

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
27 juin 2002 (27.06.2002)

PCT

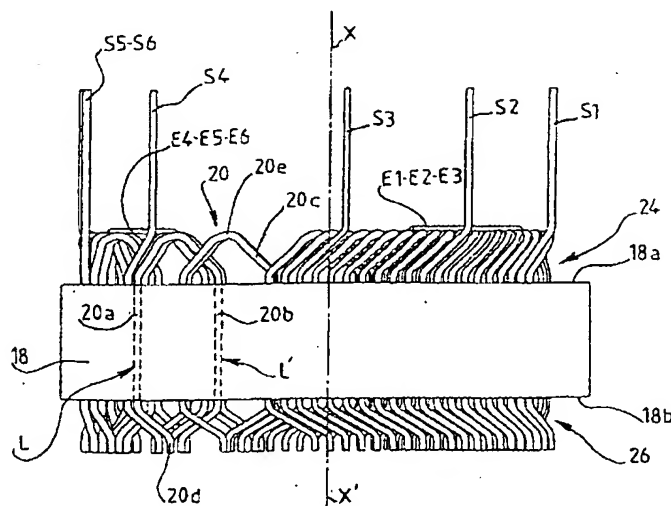
(10) Numéro de publication internationale
WO 02/50976 A2

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : **H02K** (72) Inventeurs; et
(21) Numéro de la demande internationale : **PCT/FR01/04147** (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **EVEN, Denis** [FR/FR]; 6, place Maurice de Fontenay, F-75012 Paris (FR). **FAVEROLLE, Pierre** [FR/FR]; 15, rue du Clos, F-75020 Paris (FR). **MIPO, Jean-Claude** [FR/FR]; 12, rue Castel, F-94000 Créteil (FR). **TARRAGO, Jean-Luc** [FR/FR]; 21, place des Libertés, F-94380 Bonneuil/S/Seine (FR).
- (22) Date de dépôt international : 21 décembre 2001 (21.12.2001)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : (74) Mandataire : **LETEINTURIER, Pascal**; Valeo Equipements Electriques Moteur, 2, rue André-Boulle, F-94017 Créteil Cedex (FR).
- 00/16738 21 décembre 2000 (21.12.2000) FR
01/04770 5 avril 2001 (05.04.2001) FR
01/13553 19 octobre 2001 (19.10.2001) FR
- (81) États désignés (national) : JP, KR, MX, US.
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR** [FR/FR]; 2, rue André-Boulle, F-94017 Créteil Cedex (FR).
- (84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: MOTOR VEHICLE ALTERNATOR

(54) Titre : ALTERNATEUR POUR VEHICULE AUTOMOBILE



(57) Abstract: The invention concerns alternators for motor vehicles, whereof a stator (12) comprises a cylindrical body (18), several phases (P) consisting each of a plurality of electrically conductive elements (20), the cylindrical body (18) comprising radial notches (L) for receiving at least four phase conductive elements (20), each conductive element (20) comprising two branches (20a) and (20b) arranged in the notches (L) each in a predetermined layer and a head (20c) forming a U-shape viewed in a peripheral direction, half of the conductive elements (20) engaged through their first branches (20a) in a notch (L) being engaged through their respective second branches (20b) in another common notch (L'). The invention is characterised in that at least first and second conductive elements (20) of said half are such that the radii of curvature of the U of the two conductive elements (20) are substantially identical.

[Suite sur la page suivante]



WO 02/50976 A2

**Publiée :**

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : L'invention concerne des alternateurs pour véhicule automobile, dont un stator (12) comprend un corps cylindrique (18), plusieurs phases (P) formées chacune par une pluralité d'éléments électriquement conducteurs (20), le corps cylindrique (18) comprenant des encoches radiales (L) de réception d'au moins quatre éléments conducteurs de phase (20) formant au moins quatre couches d'éléments conducteurs, chaque élément conducteur (20) comportant deux branches (20a) et (20b) placées dans des encoches (L) chacune dans une couche prédéterminée et une tête (20c) formant un U vu dans la direction périphérique, la moitié des éléments conducteurs (20) engagés par leurs premières branches (20a) dans une encoche (L) étant engagés par leurs deuxièmes branches (20b) respectives dans une même autre encoche (L'). Selon l'invention, au moins des premier et second éléments conducteurs (20) de ladite moitié sont tels que les rayons de courbure des U des deux éléments conducteurs (20) sont sensiblement identiques.

Alternateur pour véhicule automobile

Domaine technique de l'invention

La présente invention concerne de façon générale les alternateurs pour véhicule automobile.

5 Etat de la technique

Plus précisément, l'invention concerne les alternateurs pour véhicules automobiles comprenant un stator, un rotor à griffes à N paires de pôles disposé à l'intérieur du stator et portant une bobine d'excitation
10 dotée d'un fil d'entrée et d'un fil de sortie, le stator comprenant un corps cylindrique, plusieurs phases formées chacune par une pluralité d'éléments électriquement conducteurs montés en série le long de la périphérie du stator entre une entrée et une sortie, le corps
15 cylindrique comprenant dans sa face radialement interne des encoches radiales de réception d'au moins quatre éléments conducteurs de phase qui sont juxtaposés dans l'encoche dans la direction radiale pour former au moins quatre couches d'éléments conducteurs, chaque élément
20 conducteur présentant la forme d'une épingle s'étendant entre deux encoches et comportant une première branche qui est placée dans une encoche dans une couche prédéterminée et une seconde branche disposée dans une autre encoche dans une couche prédéterminée et, entre les
25 deux branches, sur un côté axial du corps du stator, une tête formant un U vu dans la direction périphérique, tandis que sur l'autre côté du corps une extrémité libre d'une branche d'un élément conducteur est électriquement connectée à une extrémité libre d'une branche d'un autre
30 élément conducteur, la moitié des éléments conducteurs engagés par leurs premières branches dans une encoche étant engagés par leurs deuxièmes branches respectives dans une même autre encoche en formant chacun entre les deux encoches les dits U.

35 Des alternateurs de ce type sont connus de l'art antérieur. Chaque encoche de leurs stators contient

quatre conducteurs, deux premiers conducteurs joignant cette encoche à une même deuxième encoche, et deux autres conducteurs joignant cette encoche à une même troisième encoche. Les deux conducteurs de la première paire se
5 chevauchent de telle sorte que leurs têtes forment des U inégaux concentriques.

Les stators de ces alternateurs nécessitent pour leur fabrication au moins deux postes de formage d'épingles équipés d'outillages différents, un par taille
10 de U. Par ailleurs, les épingles à faible rayon de courbure présentent un risque d'altération de l'émail de protection de l'épingle dans la zone du U plus fort. Enfin, l'insertion des éléments conducteurs dans le corps doit se faire en au moins deux étapes, une étape pour
15 chaque couche d'épingles concentriques.

Objet de l'invention

Le but de la présente invention est donc de pallier les difficultés décrites ci-dessus.

A cette fin, l'invention est principalement
20 caractérisée en ce qu'au moins des premier et second éléments conducteurs de la dite moitié sont tels que l'écart radial des couches auxquelles appartiennent les deux branches du dit premier élément conducteur est le même que l'écart radial des couches auxquelles
25 appartiennent les deux branches du dit second élément conducteur et que les rayons de courbure des U des deux éléments conducteurs sont identiques.

Dans un mode de réalisation de l'invention avec huit éléments conducteurs par encoche dont quatre
30 s'étendant entre deux mêmes encoches, lesdits quatre éléments conducteurs sont groupés par paires de conducteurs adjacents, l'écart radial précité étant le même pour les deux éléments conducteurs d'une même paire, et les rayons de courbure des U des deux éléments
35 conducteurs d'une même paire sont sensiblement identiques.

Avantageusement, l'écart radial précité des éléments conducteurs d'une des deux paires est différent de l'écart radial précité des éléments conducteurs de l'autre paire et les rayons de courbure des U des éléments conducteurs des deux paires sont différents.

De préférence, l'écart radial précité des éléments conducteurs d'une des deux paires est le même que l'écart radial précité des éléments conducteurs de l'autre paire et les rayons de courbure des U des deux paires sont sensiblement identiques.

Dans un mode de réalisation de l'invention avec six éléments conducteurs par encoche dont trois s'étendent entre deux mêmes encoches, deux des dits éléments conducteurs sont adjacents et présentent le même écart radial précité, les rayons de courbure des deux U des deux éléments conducteurs étant sensiblement identiques.

Dans un mode de réalisation de l'invention avec quatre éléments conducteurs par encoche dont deux s'étendent entre deux mêmes encoches, les quatre couches d'éléments conducteurs étant référencées C1, C2, C3 et C4 par ordre d'éloignement croissant de la face radiale interne du corps, ces deux éléments conducteurs sont adjacents et présentent le même écart radial précité, les rayons de courbure des deux U des deux éléments conducteurs étant sensiblement identiques.

Avantageusement, les entrées des phases sont reliées à des branches d'éléments conducteurs en couche C1, les sorties correspondantes étant reliées à des branches d'éléments conducteurs en couche C4.

De préférence, les entrées des phases sont reliées à des branches d'éléments conducteurs en couche C4, les sorties correspondantes étant reliées à des branches d'éléments conducteurs en couche C1.

Par exemple, les entrées des phases sont reliées à des branches d'éléments conducteurs en couche C2, les sorties correspondantes étant reliées à des branches d'éléments conducteurs en couche C3.

Avantageusement, les entrées des phases sont reliées à des branches d'éléments conducteurs en couche C3, les sorties correspondantes étant reliées à des branches d'éléments conducteurs en couche C2.

5 De préférence, pour chaque encoche, au moins une partie de l'extrémité libre des branches situées en couches C1 et C4 est inclinée suivant une première direction, au moins une partie de l'extrémité libre des branches situées en couches C2 et C3 étant inclinée
10 suivant une seconde direction symétrique de la première par rapport au plan radial dans lequel se trouve l'encoche.

Par exemple, pour chaque encoche, au moins une partie de l'extrémité libre des branches situées en
15 couches C1 et C3 est inclinée suivant une première direction, au moins une partie de l'extrémité libre des branches situées en couches C2 et C4 étant inclinée suivant une seconde direction symétrique de la première par rapport au plan radial dans lequel se trouve
20 l'encoche.

Avantageusement, au moins une partie des entrées des phase sont électriquement reliées pour former un point neutre.

De préférence, le rotor comprend 6, 7, 8 ou 9
25 paires de pôles.

Par exemple, le stator comprend trois phases.

Avantageusement, le stator comprend deux fois trois phases décalées électriquement de 30°.

De préférence, le rotor comprend 7 paires de pôles,
30 le diamètre extérieur du corps cylindrique du stator étant compris entre 132 mm et 138 mm.

Par exemple, le rotor comprend 6 paires de pôles, le diamètre extérieur du corps cylindrique du stator étant compris entre 137 mm et 142 mm.

35 Avantageusement, les sorties des phases du stator sont reliées à un dispositif de redressement de courant à au moins 12 diodes.

De préférence, le rotor comprend deux roues polaires avant et arrière solidaires d'un arbre portant chacune à leur périphérie sept dents axiales orientées vers l'autre roue polaire, les dents axiales d'une même
5 roue formant entre elles des gorges, le fil d'entrée de la bobine du rotor s'étendant radialement sensiblement entre l'arbre et une première desdites gorges de la roue polaire arrière, le fil de sortie s'étendant radialement sensiblement entre l'arbre et une deuxième gorge, cette
10 deuxième gorge étant une des deux dites gorges diamétralement opposées à la première gorge.

Par exemple, le fil de sortie s'étend radialement sensiblement entre l'arbre et la gorge diamétralement opposée à la première gorge et angulairement décalée dans
15 le sens de rotation normal du rotor.

Avantageusement, le fil de sortie s'étend radialement sensiblement entre l'arbre et la gorge diamétralement opposée à la première gorge et angulairement décalée dans le sens inverse de la rotation
20 normale du rotor.

De préférence, un cabestan est disposé dans chacune des première et deuxième gorges, les fils d'entrée et de sortie faisant respectivement au moins un tour du cabestan situé dans les première et deuxième gorges.

25 Par exemple, les cabestans comprennent chacun une tige radiale fixée sur le rotor et un pavé fixé à une extrémité libre de la tige radiale.

De préférence, les deux points neutres sont redressés. Ainsi le réseau électrique du véhicule
30 automobile recevra plus de courant.

De préférence, le ratio de l'épaisseur de la culasse par rapport à la largeur L1 des encoches doit avoir une valeur comprise entre 0,51 et 0,57.

Description sommaire des dessins

35 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est donnée ci-après, à titre indicatif et nullement

limitatif, en référence aux figures annexées, parmi lesquelles :

- La figure 1 est une demi-vue en coupe d'un alternateur selon l'invention,

5 - la figure 2 est une vue en perspective du stator de la figure 1, avec des éléments conducteurs enlevés pour montrer les encoches du corps,

- la figure 3 est une représentation schématique d'un exemple de branchement des enroulements des phases,

10 - la figure 4 est une vue en coupe transversale montrant la disposition des éléments conducteurs dans une encoche dans un premier mode de réalisation de l'invention,

- la figure 5 est une vue de dessus du stator
15 selon le premier mode de réalisation de l'invention,

- la figure 6 est une vue en perspective de la disposition de quatre éléments conducteurs d'une même encoche du stator de la figure 5,

- la figure 7 est une représentation schématique
20 montrant l'implantation des éléments conducteurs de la figure 6 dans deux encoches consécutives d'une même phase,

- la figure 8 est une vue schématique suivant une direction périphérique des têtes de deux éléments
25 conducteurs de la figure 6,

- la figure 9 est une représentation schématique montrant l'implantation de trois éléments conducteurs dans deux encoches consécutives d'une même phase dans un deuxième mode de réalisation de l'invention,

30 - la figure 10 est une vue schématique suivant une direction périphérique des têtes des trois éléments conducteurs de la figure 9,

- la figure 11 est une représentation schématique montrant l'implantation de quatre éléments conducteurs
35 dans deux encoches consécutives d'une même phase dans un troisième mode de réalisation de l'invention,

- la figure 12 est une vue schématique suivant une direction périphérique des têtes des quatre éléments conducteurs de la figure 11,

5 - la figure 13 est une représentation schématique montrant l'implantation de quatre éléments conducteurs dans deux encoches consécutives d'une même phase dans un quatrième mode de réalisation de l'invention,

10 - la figure 14 est une vue schématique suivant une direction périphérique des têtes des quatre éléments conducteurs de la figure 13,

- la figure 15 est une figure analogue à la figure 7, montrant une implantation de l'entrée et de la sortie de la phase de la figure 7,

15 - la figure 16 est une figure analogue à la figure 15, dans un autre mode de réalisation,

- la figure 17 est une représentation schématique des extrémités libres des branches des éléments conducteurs de la figure 7,

20 - la figure 18 est une figure analogue à la figure 17, dans une autre variante de réalisation,

- la figure 19 est une vue en perspective correspondante à la figure 18,

- la figure 20 est une vue arrière d'un mode de réalisation du rotor de l'alternateur de la figure 1,

25 - la figure 21 est une vue de dessus avec coupe partielle du rotor de l'alternateur de la figure 20,

30 - la figure 22 est une courbe comparant les intensités électriques produites par trois alternateurs conformes aux figures 3 à 8, de stators de diamètre extérieur 135 mm, comprenant respectivement 6, 7 et 8 paires de pôles, et

- la figure 23 est une figure similaire à la figure 22 pour trois alternateurs de stators de diamètre extérieur 140 mm.

35 - La figure 24 est une vue en perspective des éléments électriquement conducteurs de la figure 5.

Description de modes de réalisation préférentiels

On décrira d'abord en référence à la figure 1 la structure générale d'un alternateur pour véhicule automobile.

5 L'alternateur comporte, en allant de gauche à droite de la figure 1, c'est-à-dire d'avant en arrière, une poulie d'entraînement 1 solidaire de l'extrémité avant d'un arbre 2, dont l'extrémité arrière porte des bagues collectrices (non référencées) appartenant à un
10 collecteur 3. L'axe de l'arbre 2 constitue l'axe de rotation de la machine.

Centralement l'arbre 2 porte à fixation le rotor 4 doté d'un bobinage d'excitation 5, dont les extrémités sont reliées par des liaisons au collecteur 3. Le rotor 4
15 est ici un rotor à griffes de type Lundell et comporte donc deux roues polaires avant et arrière 6, 7 portants chacune respectivement un ventilateur avant 8 et arrière 9. Chaque roue 6, 7 comporte une flasque perpendiculaire à l'axe de l'arbre 2. A la périphérie externe des
20 flasques sont ménagées de matière des dents s'étendant axialement. Les dents ont une forme trapézoïdale et sont dotées de chanfreins. Les dents de l'une des roues sont dirigées vers l'autre roue en étant décalées angulairement par rapport aux dents de cette autre roue.
25 Lorsque le bobinage 5 est activé le rotor 4 est magnétisé et il définit ainsi des paires de pôles magnétiques, chaque roue polaire comportant alors respectivement N pôles Nord et N pôles Sud constitués par les dents. Pour plus de précisions on se reportera au document EP-A-O 515
30 259, les dents des roues polaires présentant latéralement chacune au moins un chanfrein antibruit.

Les ventilateurs 8, 9 comportent par exemple deux séries de pales ou aubes 90 et 91, comme visible à la figure 20, qui ménagent entre elles des canaux de
35 ventilation. Les pales sont issues par découpe et pliage d'un flasque fixé, par exemple par soudage 92 ou tout autre moyen tel qu'un sertissage, sur la roue polaire 6,

7 concernée; chaque roue présentant de manière précitée des dents axiales dirigées vers l'autre roue avec imbrication des dents d'une roue à l'autre pour formation de pôles magnétiques lorsque le bobinage 5 est activé grâce aux bagues collectrices du collecteur 3 chacune en contact avec un balai (non référencé) porté par un porte balais 10 servant également de support à un régulateur de tension (non visible) relié électriquement aux balais.

Le régulateur est relié à un dispositif de redressement de courant 11, tel qu'un pont de diodes (dont deux sont visibles à la figure 1) lui-même relié aux sorties des phases dotées d'enroulements, que comporte le stator 12 de l'alternateur.

Ces ventilateurs 8, 9 s'étendent au voisinage respectivement d'un palier avant 13 et d'un palier arrière 14. Les paliers 13, 14 sont ajourés pour une ventilation interne de l'alternateur par l'intermédiaire des ventilateurs 8, 9 lorsque l'ensemble ventilateurs 8, 9 - rotor 4 - arbre 2 est entraîné en rotation par la poulie 1 reliée au moteur du véhicule automobile par un dispositif de transmission comportant au moins une courroie en prise avec la poulie 1. Cette ventilation permet de refroidir les enroulements du stator 12 et le bobinage 5 ainsi que le porte-balais 10 avec son générateur et le dispositif de redressement 11. On a représenté par des flèches à la figure 1 le trajet suivi par le fluide de refroidissement, ici de l'air, à travers les différentes ouvertures des paliers 13, 14 et à l'intérieur de la machine.

Ce dispositif 11, le porte-balais 10, ainsi qu'un capot de protection ajouré (non référencé) sont portés à fixation par le palier 14 en sorte que le ventilateur arrière 9 est plus puissant que le ventilateur avant 8. De manière connue, les paliers 13, 14 sont reliés entre eux, ici à l'aide de vis ou en variante de tirants non visibles, pour former un carter ou support destiné à être monté sur une partie fixe du véhicule.

Les paliers 13, 14 porte chacun centralement un roulement à billes 15, 16 pour supporter à rotation les extrémités avant et arrière de l'arbre 2 traversant les paliers pour porter la poulie 1 et les bagues du collecteur 3.

Les pales des ventilateurs 8, 9 s'étendent radialement au-dessus des logements que présentent les paliers 13, 14 pour montage des roulements 15 et 16 qui ainsi sont ventilés.

Ces pales délimitent entre elles des canaux divergents vers l'extérieur. Les ventilateurs sont ici du type de ceux décrits dans la demande FR 2,811,156 vers laquelle on se reportera pour plus de précisions.

Ainsi dans une forme de réalisation certaines au moins des pales sont de hauteur décroissante en allant de leur périphérie interne à leur périphérie externe, et certaines au moins des pales sont dotées, en surplomb par rapport aux fonds des canaux, de moyens évitant une recirculation secondaire du fluide au-dessus de ces dites premières pales.

La vitesse d'écoulement du fluide est la plus constante et régulière possible.

Cette disposition permet également de réduire l'encombrement axial au niveau de la périphérie externe du rotor de la machine électrique.

En outre on augmente le rendement du ventilateur et la stabilité de l'écoulement du fluide de refroidissement, tout en empêchant une recirculation secondaire de fluide au-dessus des pales concernées, et en ayant des pales d'épaisseur réduite.

Les moyens évitant une recirculation secondaire du fluide de refroidissement peuvent consister en des ailettes, en des ponts et/ou en un couvercle.

Dans une autre forme de réalisation, dans le but de diminuer les bruits du ventilateur tout en améliorant la ventilation de celle-ci, il est proposé de doter le ventilateur d'une deuxième série de pales, dites

deuxièmes pales, d'une part, plus courtes que celles de l'autre série de pales dites première série de pales, et d'autre part, implantées radialement au-dessus de la périphérie interne de la première série de pales dans au moins un canal délimité par deux premières pales consécutives, en sorte qu'au moins une deuxième pale est intercalée entre deux pales consécutives de la première série de pales.

Grâce à cette caractéristique on réduit les risques de décollement de la veine de fluide de refroidissement par rapport aux pales, dites premières pales, de la première série de pales encadrant la deuxième pale. Si ce fluide décolle des premières pales, notamment lorsque le fluide pénètre avec choc entre les premières pales, la deuxième pale autorisera un recollement du fluide sur les premières pales encadrant la deuxième pale.

Grâce à ces dispositions on peut supprimer l'un des ventilateurs du fait de l'amélioration des performances du ventilateur restant. De préférence on supprime le ventilateur avant.

En variante les deux ventilateurs sont de taille identique car du fait d'une meilleure performance du ventilateur arrière on peut réduire la taille de celui-ci, sachant que le ventilateur avant est plus puissant que celui de l'art antérieur.

D'une manière générale pour une puissance donnée des ventilateurs on peut réduire la taille de ceux-ci et donc l'encombrement, notamment axial, de la machine. Pour un encombrement donné on peut augmenter la puissance de l'alternateur. Ces dispositions sont d'un emploi universel et peuvent donc s'appliquer à un ventilateur muni ou non de deuxièmes pales. Les ventilateurs décrits dans la demande FR 2,811,156 précitée du fait d'une meilleure performance, sont particulièrement bien adaptés au stator 12, qui présente au moins une pièce de liaison circonférentielle des points neutres portée par l'un des chignons et créant une perte de charge. De préférence la

ou les pièces de liaison des points neutres sont implantées à la périphérie externe de l'un des chignons pour gêner le moins possible la ventilation de ce chignon.

5 Avantageusement pour réduire les bruits et filtrer les vibrations le corps du stator 12 n'est avantageusement pas en contact direct avec le support 13, 14; des moyens élastiques intervenant entre le corps du stator 12 et la périphérie externe du support ou carter
10 13, 14.

Plus précisément des tampons en élastomère 100, 101 sont interposés axialement et radialement entre les extrémités axiales du corps 17 du stator 12 et les extrémités libres des parties d'orientation axiale 102,
15 103 des paliers 13, 14 appartenant au support. Les tampons 100, 101 ont une forme annulaire et ont en section une forme d'équerre en sorte qu'ils recouvrent partiellement la périphérie externe du corps 17. Les extrémités libres des parties 102, 103 sont pour ce faire
20 étagées intérieurement en diamètre pour formation d'un épaulement et épouser extérieurement la forme des tampons 100, 101.

Ces tampons constituent des moyens élastiques d'amortissement à action radiale et axiale pour réaliser
25 un découplage mécanique du corps 17 du stator 12 par rapport au carter constitué par les paliers 13, 14.

Grâce à ces dispositions la pièce de liaison du point neutre et ses soudures avec les entrées des phases sont ménagées ainsi que les soudures des épingles de
30 manière décrite ci-après.

En variante les moyens élastiques d'amortissement interviennent au niveau des encoches entre les bords de celles-ci et les éléments électriquement conducteurs, décrits ci-après, montés dans celles-ci comme décrit dans
35 le document FR-A-2 803 128.

En variante de la résine thermoconductrice déformable élastiquement est interposée radialement entre

la périphérie externe du corps 14 et la périphérie interne de l'un des paliers, tel que le palier avant, comme décrit dans le document FR 00 13527 déposé le 06/10/2000. Dans ce cas le bobinage 5 du rotor 4 peut
5 être constitué à partir d'un élément conducteur enroulé et enrobé d'une couche de liaison, par exemple du type thermodurcissable, comme décrit dans le document FR-A- 2 809 546. Le bobinage 5 dégage plus de chaleur laquelle est évacuée par la résine thermoconductrice. En variante
10 le corps 14 est monté directement sur les paliers.

En variante le rotor comporte des pôles saillants comme décrit dans le document FR 01 00122 déposé le 05/01/2001; des aimants permanents étant reçus dans des logements réalisés dans le paquet de tôles que comporte
15 le rotor. Ces logements sont ouverts vers la périphérie externe du rotor et fermés axialement par des pièces amagnétiques destinées à venir en butée contre les aimants.

En variante, l'alternateur est refroidi par un
20 liquide de refroidissement, tel que l'eau de refroidissement du moteur à combustion interne du véhicule automobile; le palier arrière comportant des canaux comme décrit par exemple dans le document DE-A-100 19 914 auquel on se reportera pour plus de
25 précisions. Avantageusement, comme décrit précédemment, le stator est dans ce cas monté à l'aide de tampons en matière élastique, par exemple en élastomère, sur le carter 13, 14 de l'alternateur pour filtrer les vibrations et réduire les bruits.

30 Les figures 2 et 3 représentent un stator 12 comprenant un corps cylindrique 18 d'axe X-X' et deux séries de trois phases P1 à P3 et P4 à P6 constituant deux séries de bobinage triphasé décalés de 30° électrique et se comportant comme un bobinage hexaphasé
35 vu du côté du dispositif de redressement. Pour simplifier, dans la suite de la description, par hexaphasé il faudra comprendre deux séries de bobinage triphasé décalés de 30° électrique, chaque bobinage

triphasé bobiné en étoile ayant un point neutre indépendant.

Chaque phase P1 à P6 est formée chacune par une pluralité d'éléments électriquement conducteurs 20 montés en série le long de la périphérie du stator 12 entre une entrée, respectivement E1 à E6, et une sortie, respectivement S1 à S6, pour former au moins un enroulement de phase par phase.

Comme le montre la figure 2, le corps cylindrique 18, appelé aussi paquet de tôles, comprend dans sa face radialement interne des encoches radiales L de réception d'au moins quatre éléments conducteurs de phase 20. Les éléments conducteurs 20 sont juxtaposés dans l'encoche L dans la direction radiale pour former au moins quatre couches d'éléments conducteurs C1 à C4, comme le montre la figure 4 dans le cas d'encoches à 4 éléments conducteurs.

Comme représenté à la figure 5, chaque élément conducteur 20 présente la forme d'une épingle s'étendant entre deux encoches L et comportant une première branche 20a qui est placée dans une encoche dans une couche prédéterminée, une seconde branche 20b disposée dans une autre encoche dans une couche prédéterminée et, entre les deux branches 20a et 20b, une tête 20c formant un U vu dans la direction périphérique du stator.

Les têtes en U 20c sont en général toutes disposées d'un premier côté axial 18a du corps 18, formant un premier chignon 24.

Les branches 20a et 20b des éléments conducteurs dépassent d'un second côté axial 18b du corps 18 par des extrémités libres 20d, chaque extrémité libre 20d étant électriquement connectée à une extrémité libre d'une branche d'un autre élément conducteur, par exemple par soudage, formant ainsi les enroulements de phase. Les extrémités libres 20d forment le second chignon 26.

La moitié des éléments conducteurs 20 engagés par leurs premières branches 20a dans une première encoche L est engagée par leurs deuxièmes branches respectives dans

une même deuxième encoche L' en formant chacun entre les deux encoches L et L' les dits U. Les branches 20a et 20b s'étendent toutes parallèlement à l'axe X-X'.

Les éléments conducteurs 20, les entrées E1 à E6 et
5 les sorties S1 à S6 sont en forme de barres métalliques, typiquement en cuivre, typiquement de section rectangulaire, bien que d'autres formes de section puissent être envisagées comme des sections circulaires ou ovales.

10 Les encoches L s'étendent sur toute la longueur axiale du corps 18. Elles sont radialement de forme oblongue et de type semi-fermé, comme on peut le voir sur la figure 4. Ces encoches L sont réparties circonférentiellement de manière régulière.

15 Les éléments conducteurs 20 sont montés axialement par enfilage dans les encoches L. Elles peuvent également être montées radialement, les encoches L étant ensuite refermées par des cales ou par déformation plastique des bords de l'encoche.

20 Les portions intermédiaires en U 20c sont vrillées pour pouvoir passer d'une branche 20a située sur une couche à une branche 20b située sur une couche de niveau différent.

Les stators font parties d'alternateurs à 6, 7, 8
25 ou 9 paires de pôles. Ces stators peuvent comprendre trois phases, deux fois trois phases, 6 phases ou plus. Chaque phase peut comprendre un, deux ou plus de deux enroulements de phase. Chaque encoche L peut comprendre 4, 6, 8 éléments conducteurs 20 ou plus.

30 Le nombre d'encoches du corps 18 dépend de ces quatre facteurs. Par exemple, pour un alternateur à 8 paires de pôles, 6 phases, 4 enroulements par phases et 4 éléments conducteurs par encoches, le corps 18 comportera 96 encoches repérées de L1 à L96 dans l'ordre de leur
35 disposition autour du corps 18.

Dans ce cas de figure, si un premier élément conducteur 20 comprend une première branche 20a disposée dans une encoche Lk donnée, la deuxième branche 20b

correspondante est disposée dans une encoche Lk+6 se trouvant 6 encoches plus loin.

La deuxième branche 20b est connectée par son extrémité libre 20d à une extrémité libre d'une troisième
5 branche 20a d'un second élément conducteur 20, cette troisième branche 20a se trouvant dans une encoche Lk+12 se trouvant encore 6 crans plus loin.

Un enroulement de phase correspond à un ensemble d'éléments conducteurs reliés faisant approximativement
10 un tour du corps 18.

Une phase peut comprendre plusieurs enroulements de phase en série reliant l'entrée à la sortie en faisant au total plusieurs tours du corps. Les enroulements de phase peuvent dans ce cas être reliés par des éléments
15 conducteurs spéciaux, permettant par exemple d'inverser le sens d'enroulement, ou de décaler les enroulements d'une encoche. Dans ce dernier cas, les encoches du premier enroulement sont adjacentes aux encoches du second enroulement, réalisant un décalage électrique de
20 30° entre ces enroulements pour un stator hexaphasé.

Les entrées des phases peuvent être électriquement reliées pour former un point neutre.

La figure 3 représente schématiquement un stator hexaphasé, les entrées E1 à E3 des trois premières phases
25 P1 à P3 étant reliées et les entrées E4 à E6 des trois autres phases P4 à P6 étant également reliées. On peut noter sur la figure 3 que les phases P4 à P6 sont décalées de 30° respectivement par rapport aux phases P1 à P3, ce qui représente un décalage d'une encoche L.

30 Comme on l'a précisé plus haut, la moitié des éléments conducteurs 20 engagés par leurs premières branches 20a dans une première encoche L est engagée par leurs deuxièmes branches respectives dans une même deuxième encoche L' en formant chacun entre les deux
35 encoches les dits U.

Selon l'invention, au moins un des premier et second éléments conducteurs 20 de cette dite moitié sont tels que l'écart radial des couches auxquelles

appartiennent les deux branches 20a et 20b du dit premier élément conducteur 20 est le même que l'écart radial des couches auxquelles appartiennent les deux branches 20a et 20b du dit second élément conducteur 20.

5 Ces premier et second éléments conducteurs sont donc disposés rigoureusement parallèlement sur la plus grande partie de leur longueur, et il s'en suit que les rayons de courbure des U des premiers et second éléments conducteurs 20 sont sensiblement identiques.

10 Les avantages de cette solution sont expliquées plus loin.

Les figures 5 à 8 illustrent cette caractéristique avantageuse pour un bobinage hexaphasé, dans un premier mode de réalisation où les encoches L contiennent quatre
15 éléments conducteurs disposés sur quatre couches C1 à C4.

La figure 5 présente un stator d'alternateur hexaphasé comportant un corps 18 comprenant de manière précitée un paquet de tôles doté d'encoches L traversées par des éléments électriquement conducteur 20 appelés ici
20 épingles.

Le bobinage statorique des phases, comporte d'un premier côté axial 18a du corps 18, le premier chignon 24 qui rassemble l'ensemble des têtes 20c de toutes les épingles ainsi que les sortie de phase S1 à S3
25 respectivement pour un premier bobinage comportant une première série de trois phases P1 à P3, et S4 à S6 pour le second bobinage comportant la deuxième série de trois phases P4 à P6, le bobinage statorique du type hexaphasé étant composé de manière précitée des deux séries de
30 trois phases montées en étoile et décalés de 30° électrique comme représenté à la figure 3. Le chignon 24 comporte également les entrées des phases comme cité précédemment, aussi appelées entrées neutre ainsi que leurs liaisons ou connections en un point équipotentiel.

35 Dans ce mode de réalisation hexaphasé, les entrées neutres sont au nombre de 6 et sont donc reliées en deux groupes de trois entrées correspondant aux deux bobinages en étoile.

La figure 24 présente une variante avantageuse du dispositif de connexion du point neutre. Deux premières entrées neutres sont reliées par une épingle 160. La troisième entrée neutre est ensuite reliée à la précédente épingle par un seul point de connexion réalisé par exemple sous la forme d'une soudure 162 par faisceau d'électrons. Ainsi il est possible de connecter le point neutre équipotentiel avec une seule soudure reliant uniquement deux conducteurs spécifiques 161, 160 augmentant ainsi la fiabilité de la connexion électrique. Chaque série d'enroulement peut être réalisée avec des épingles standards 140, 145, trois épingles standard 164, 165, 166 de sortie de phase et deux épingles spécifiques pour la connexion du point neutre. Il est en outre prévu une épingle 163 qui permet de réaliser le raccordement des bobinages au niveau des sorties de phase et du point neutre. Les épingles 164 à 166 correspondent à des épingles standards du type imbriqué ou ondulé dont l'une des branches est prolongée axialement. On voit également dans cette figure en 167 les trois sorties de phase de la deuxième série de phase.

Du côté opposé du chignon 24 se trouve le second chignon 26 qui porte toutes les liaisons/connexions des extrémité libres 20d des épingles pour former les enroulements de phase. Avantageusement ces connexions sont réalisées sous forme de soudure par faisceaux d'électrons ou par laser tels que décrit dans la demande FR-0102735 déposée le 28 Février 2001, ce qui permet de souder sans préalablement dénuder les extrémités libres des épingles, par exemple par un procédé mécanique.

Ce bobinage statorique est réalisé en combinant, pour chaque enroulement de phase des épingles du type ondulé avec des épingles du type imbriqué tel que représenté à la figure 6.

La figure 6 représente un ensemble de deux épingles ondulées 31 et 33 et deux épingles imbriquées 32 et 34. Les 4 branches 311, 321, 331 et 341 adjacentes des quatre épingles précitées, sont alignées radialement dans une

encoche L du corps du stator comme représenté à la figure 4. Dans le mode de réalisation ainsi représenté à la figure 6 la branche 311 est placée du côté entrefer de la machine électrique, c'est à dire à la périphérie interne d'une encoche, alors que la branche 341 est placée au niveau du fond de l'encoche. Ainsi la branche 311 appartient à une épingle du type ondulée alors que la branche 341 appartient à une épingle du type imbriquée. Bien évidemment, l'épingle placée au plus près de l'entrefer pourrait être du type imbriqué.

Comme on peut le voir aux figures 5, 6 et 7 les sommets 20e des têtes 20c des épingles au niveau du chignon 24 sont situées axialement sensiblement au même niveau. Avantageusement, cette disposition permet de n'utiliser qu'un seul type d'épingle pour la réalisation des épingles des types ondulés et imbriqués. Ainsi, le coût de fabrication est réduit car un seul équipement est nécessaire pour la fabrication de ces épingles. Les éléments conducteurs conformés en forme d'épingle sont enfilés dans les encoches en poussant axialement leurs extrémités libres dans les encoches jusqu'à ce qu'elles ressortent de l'autre côté du corps du stator. Puis, pour former le chignon 26, les extrémités libres des épingles sont pliées de manière à réaliser des épingles ondulées et imbriquées. Le fait que les sommets 20e des têtes des épingles 20 soient sensiblement situés axialement au même niveau représente un avantage car leur alignement peut être réalisé en une seule opération de poussée par un outil adapté. Un autre avantage procuré par la configuration du chignon 24 concerne sa ventilation. En effet, le fait que tous les sommets des têtes des épingles soient situés au même niveau permet une meilleure ventilation car l'intérieur des têtes d'épingles 20c constitue une chambre dénuée de tout obstacle pouvant nuire à une bonne circulation de l'air de refroidissement, généré par exemple, par les ventilateur 8 et 9 représentés à la figure 1. Avantageusement, l'air pénètre facilement à travers les

flans des chignons 24 et 26 pour en ressortir tout aussi facilement comme le représentent les flèches de ventilation de la figure 1. Il est bon de noter que dans ce mode de réalisation, les sommets 20e des têtes d'épingles sont adjacents en étant ici en contact l'une avec l'autre. Ainsi le chignon 24 est plus rigide car toutes les épingles sont en contact formant ainsi un ensemble mécaniquement rigide. Nous obtenons ainsi avantageusement, une meilleure fiabilité vibratoire. Le bruit aéraulique est également très réduit car il n'y a pas d'obstacle à l'intérieur du chignon 24 qui pourrait engendrer un bruit aéraulique nuisible lors du fonctionnement de la machine électrique à certaines vitesses. Egalement, la hauteur du chignon 24 est réduite car tous les sommets 20e sont au même niveau. Bien entendu, les sorties de phase S1 à S6 s'étendent en saillie axiale par rapport aux têtes 20c et aux entrées E1 à E6. On notera également qu'il est facilement possible d'ajuster la longueur axiale du second chignon 26 en poussant plus ou moins sur les têtes 20c puisque celles-ci sont situées au même niveau. Finalement, une grande standardisation des épingles est obtenue.

On peut encore ajouter que cette disposition des épingles permet d'éviter la présence d'épingles à faible rayon de courbure, qui présentent un risque d'altération de l'émail dans la zone en U.

Les sommets 20e des têtes 20c des épingles, au niveau du chignon 24 sont adjacents et en contact. De plus, ces sommets sont décalés radialement alternativement au niveau de chaque épingle consécutive. Ainsi la ventilation du chignon 24 est améliorée car les branches de deux épingles consécutives du chignon 24 sont décalées radialement et alternativement ce qui améliore leur refroidissement.

La figure 7 décrit schématiquement la disposition des éléments conducteurs dans les encoches afin d'obtenir un bobinage hexaphasé du type précédemment décrit.

On a représenté en 35 une tête d'épingle du type ondulé, proche de l'entrefer et en 36 une tête d'épingle du type imbriqué. Ces deux épingles constituent un segment ou motif de base d'un enroulement de phase. Plus
5 précisément, la tête 35 est reliée aux branches A et G de l'épingle considérée, tandis que la tête 36 est reliée aux branches B et H de cette deuxième épingle. Lesdites branches traversant axialement respectivement une encoche Lk et Lk+6. Entre ces deux encoches Lk et Lk+6 sont
10 prévues 5 encoches réparties circonférentiellement de manière régulière pour les enroulements des 5 autres phases. En effet, le bobinage hexaphasé de notre mode de réalisation comporte 2 encoches par pôle et par phase. Ainsi, par exemple si le rotor de la machine électrique
15 comporte 8 pôles Nord et Sud, le stator comportera 96 encoches.

Comme visible dans cette figure, la branche B associée à la tête 36 est implantée dans l'encoche Lk radialement au dessus de la branche A associée à la tête
20 35. De même, la branche H associée à la tête 36 est implantée dans l'encoche Lk+6 radialement au dessus de la branche G associée à la tête 35. La branche H est adjacente au fond de l'encoche en sorte que deux branches F et E, associées à deux autres têtes d'épingle sont
25 implantées radialement au-dessous des branches H et G. De même, deux branches D et C associées à deux autres têtes d'épingles sont implantées radialement au dessus des branches B et A en sorte que les têtes 35 et 36 sont parallèles. Ce motif est répété ainsi de suite. Dans une
30 encoche, on trouve deux paires d'éléments électriquement conducteurs, une première paire de ces éléments, implantés à la périphérie externe de l'encoche étant reliée par des têtes à une autre paire d'éléments conducteurs implantés à la périphérie interne d'une autre
35 encoche consécutive appartenant une même phase. Les paires sont réparties d'une manière alternée d'une encoche à une autre.

Ce motif régulier est interrompu au niveau de l'entrée et de la sortie de la phase considérée comme représenté suivant deux modes de réalisation possibles aux figures 15 et 16 dans lesquelles les épingles correspondants aux têtes 35 et 36 sont identiques à celles de la figure 7. Dans un premier mode de réalisation, le conducteur D' correspondant au conducteur D de la figure 7 constitue la sortie de phase de l'enroulement considéré, tandis que le conducteur E' correspondant au conducteur E de la figure 7 constitue l'entrée du point neutre dudit bobinage. Dans un deuxième mode de réalisation, le conducteur C' correspondant au conducteur C de la figure 7 constitue la sortie de phase de l'enroulement considéré, tandis que le conducteur F' correspondant au conducteur F de la figure 7 constitue l'entrée du point neutre dudit bobinage. Bien évidemment, pour ces deux modes de réalisation, on peut inverser les entrées et les sorties. Les conducteurs C et F de la figure 15 et les conducteurs D et E de la figure 16 sont respectivement reliés eux par une épingle spéciale de raccordement.

Ainsi qu'on l'aura compris, deux paires d'éléments conducteurs sont montées à superposition dans chaque encoche du stator de manière qu'une première paire soit implantée au dessus ou au dessous de la seconde paire et ce, d'une manière alternée d'une encoche à une autre encoche consécutive d'une même phase en sorte que les têtes des épingles soient parallèles et que les sommets de ces têtes d'épingle soient axialement sensiblement à la même hauteur.

La figure 8 représente les épingles 35 et 36 vues périphériquement. On voit bien que les rayons de courbure des têtes en U de ces épingles sont sensiblement égaux.

Les figures 9 et 10 illustrent un deuxième mode de réalisation de l'invention où les encoches L contiennent six éléments conducteurs disposés sur six couches C1 à C6.

On a représenté en 37 la tête d'une épingle du type imbriqué, en 38 la tête d'une épingle du type ondulé et en 39 la tête d'une troisième épingle, cette tête 39 passant à cheval au dessus des têtes 35 et 36 comme le
5 montre la figure 9.

On peut bien entendu avoir la disposition inverse, la tête 37 appartenant à une épingle du type ondulé et la tête 38 appartenant à une épingle du type imbriqué.

Les dites trois épingles s'étendent entre une
10 encoche Lk et une encoche Lk+6, dans le cas d'un bobinage hexaphasé. L'écart entre ces deux encoches serait bien entendu différent si le stator comportait un nombre de phases différent.

La tête 37 joint une branche se trouvant sur la
15 couche C3 du logement Lk à une branche se trouvant sur la couche C5 du logement Lk+6. Parallèlement, la tête 38 joint une branche se trouvant sur la couche C2 du logement Lk à une branche se trouvant sur la couche C4 du logement Lk+6. On notera que les têtes 37 et 38 sont
20 parallèles sur la plus grande partie de leurs longueurs.

La tête 39 joint une branche se trouvant sur la couche C1 à une branche se trouvant sur la couche C6.

Ces épingles forment le motif de base d'un enroulement de phase, ce motif étant reproduit sur toute
25 la circonférence du stator, l'épingle 39 étant suivant les cas du type imbriqué ou du type ondulé.

On peut voir sur la figure 10 que les U formés par les têtes 37 et 38 quand on les voit dans une direction périphérique présentent des rayons de courbures
30 sensiblement identiques. Le rayon de courbure du U de la tête 39 est plus grand.

Les figures 11 et 12 illustrent un troisième mode de réalisation de l'invention où les encoches L contiennent huit éléments conducteurs disposés sur huit
35 couches C1 à C8.

On a représenté en 40 la tête d'une épingle du type imbriqué, en 41 la tête d'une épingle du type ondulé, en

42 la tête d'une épingle du type imbriqué, en 43 la tête d'une épingle du type ondulé.

Inversement, la tête 40 peut appartenir à une épingle du type ondulé, la tête 41 appartenant alors à
5 une épingle du type imbriqué.

De même, la tête 42 peut appartenir à une épingle du type ondulé, la tête 43 appartenant alors à une épingle du type imbriqué.

Les têtes 42 et 43 passent à cheval au dessus des
10 têtes 40 et 41.

Les dites quatre épingles s'étendent entre une encoche Lk et une encoche Lk+6, dans le cas d'un bobinage hexaphasé. L'écart entre ces deux encoches serait bien
15 entendu différent si le stator comportait un nombre de phases différent.

La tête 40 joint une branche se trouvant sur la couche C4 du logement Lk à une branche se trouvant sur la couche C6 du logement Lk+6. Parallèlement, la tête 41 joint une branche se trouvant sur la couche C3 du
20 logement Lk à une branche se trouvant sur la couche C5 du logement Lk+6. On notera que les têtes 40 et 41 sont parallèles sur la plus grande partie de leurs longueurs.

La tête 42 joint une branche se trouvant sur la couche C2 du logement Lk à une branche se trouvant sur la
25 couche C8 du logement Lk+6. Parallèlement, la tête 43 joint une branche se trouvant sur la couche C1 du logement Lk à une branche se trouvant sur la couche C7 du logement Lk+6. On notera que les têtes 42 et 43 sont parallèles sur la plus grande partie de leurs longueurs.

30 Ces épingles forment le motif de base d'un enroulement de phase, ce motif étant reproduit sur toute la circonférence du stator.

On peut voir sur la figure 12 que les U formés par les têtes 40 et 41 quand on les voit dans une direction
35 périphérique présentent des rayons de courbures sensiblement identiques. Les rayons de courbure des U des têtes 42 et 43 sont également sensiblement identiques, et sont plus grands que ceux des têtes 40 et 41.

Les figures 13 et 14 illustrent un quatrième mode de réalisation de l'invention où les encoches L contiennent également huit éléments conducteurs disposés sur huit couches C1 à C8.

5 On a représenté en 44 la tête d'une épingle du type imbriqué, en 45 la tête d'une épingle du type ondulé, en 46 la tête d'une épingle du type imbriqué, en 47 la tête d'une épingle du type ondulé.

10 Inversement, la tête 44 peut appartenir à une épingle du type ondulé, la tête 45 appartenant alors à une épingle du type imbriqué.

De même, la tête 46 peut appartenir à une épingle du type ondulé, la tête 47 appartenant alors à une épingle du type imbriqué.

15 Les têtes 44 et 45 ne croisent jamais les têtes 46 et 47.

Les dites quatre épingles s'étendent entre une encoche Lk et une encoche Lk+6, dans le cas d'un bobinage hexaphasé. L'écart entre ces deux encoches serait bien
20 entendu différent si le stator comportait un nombre de phases différent.

La tête 44 joint une branche se trouvant sur la couche C6 du logement Lk à une branche se trouvant sur la couche C8 du logement Lk+6. Parallèlement, la tête 45
25 joint une branche se trouvant sur la couche C5 du logement Lk à une branche se trouvant sur la couche C7 du logement Lk+6.

La tête 46 joint une branche se trouvant sur la couche C2 du logement Lk à une branche se trouvant sur la
30 couche C4 du logement Lk+6. Parallèlement, la tête 47 joint une branche se trouvant sur la couche C1 du logement Lk à une branche se trouvant sur la couche C3 du logement Lk+6.

On notera que les têtes 44, 45, 46 et 47 sont
35 parallèles sur la plus grande partie de leurs longueurs.

Ces épingles forment le motif de base d'un enroulement de phase, ce motif étant reproduit sur toute la circonférence du stator.

On peut voir sur la figure 14 que les U formés par les têtes 44, 45, 46 et 47 quand on les voit dans une direction périphérique présentent des rayons de courbures sensiblement identiques.

5 Les figures 17 et 18 représentent deux variantes de réalisation pour le vrillage des extrémités libres 20d des branches des éléments conducteurs dans le deuxième mode de réalisation où chaque logement L contient 4 éléments conducteurs.

10 Dans la première variante, les extrémités libres des branches se trouvant sur les couches C4 et C2 sont vrillées dans une direction périphérique, les extrémités libres des branches se trouvant sur les couches C3 et C1 étant vrillées dans une direction périphérique opposée.

15 Dans la seconde variante, les extrémités libres des branches se trouvant sur les couches C4 et C1 sont vrillées dans une direction périphérique, les extrémités libres des branches se trouvant sur les couches C3 et C2 étant vrillées dans une direction périphérique opposée.

20 La seconde variante est représentée en perspective sur la figure 19.

Ces arrangements concernant le vrillage des extrémités libres des éléments conducteurs peuvent bien entendu être généralisés aux modes de réalisation où les encoches L contiennent 6 ou 8 éléments conducteurs.

25 On va décrire ci-après plusieurs modes de réalisation préférés de l'invention dans lesquels le nombre N de paires de pôles du rotor 4 et les dimensions principales du stator 12 ont été optimisés.

30 Le critère principal utilisé pour cette optimisation est la puissance massique de l'alternateur, c'est-à-dire la capacité de l'alternateur à débiter du courant par rapport au poids de sa partie active, constituée essentiellement du bobinage 5 du rotor 4, des phases P du stator 12, du corps 18 du stator 12 et des
35 roues polaires 6, 7 du rotor 4. Ce critère est particulièrement pertinent car les véhicules automobiles actuels exigent une puissance électrique disponible de

plus en plus grande pour alimenter des consommateurs électriques de plus en plus nombreux. Toutefois, cet accroissement de puissance ne doit pas entraîner une augmentation démesurée des dimensions externes de l'alternateur. En effet, l'alternateur est toujours placé sous le capot moteur où, comme chacun le sait, la place disponible est très réduite. La taille externe de l'alternateur devient donc un critère de choix déterminant. On sait par ailleurs que le nombre de paires de pôles est un paramètre influant pour ce qui est de la puissance massique de l'alternateur.

L'homme du métier des alternateurs comportant des stators bobinés avec des bobines en fil rond sait que, lorsque le nombre de paires de pôles rotoriques augmente, alors la fréquence du flux induit augmente dans les mêmes proportions ainsi que le courant induit et les pertes de fer au niveau du stator. Ces pertes de fer résultant des courant de Foucault tendent à réduire le rendement de l'alternateur.

De même l'homme du métier des alternateurs comportant des stators bobinés avec des bobines en fil rond, augmente le nombre de paires de pôles avec le diamètre de la machine. Son objectif est en effet de maîtriser les pertes de flux magnétique entre les dents adjacentes de polarité magnétique différente. Ce flux de fuite magnétique passe directement d'une dent du rotor du type Lundell à une autre dent qui lui est adjacente, mais de signe différent, sans passer par le corps du stator. La conséquence est que la performance de l'alternateur est affaiblie car le courant induit est dès lors plus faible. Pour réduire ces fuites de flux magnétiques rotorique, il est connu de placer des aimants interdents, tel que décrit par exemple dans le document FR 2,784,248. Ces aimants ont la double fonction d'une part, de créer un flux magnétique supplémentaire qui s'ajoute au flux rotorique créé par la bobine d'excitation du rotor et d'autre part, d'annuler le flux magnétique de fuite interdents décrit précédemment.

Dans l'état de la technique, les alternateurs bobinés avec du fil rond comportant des rotors avec 6, 7 et 8 paires de pôles sont connus.

Par exemple, le document US 3 252 025, publié le 17
5 Mai 1966 divulgue un alternateur à 7 paires de pôles. Cette configuration du rotor était utilisée à cette époque pour une meilleure imbrication des roues polaires avant découpage ce qui réduisait l'importance des chutes de matière première. Après découpage, ces roues polaires
10 étaient ensuite pliées à froid pour présenter la forme finale des roues polaires avec les dents orientées parallèlement à l'axe de l'alternateur. Le procédé de réalisation des roues polaires par pliage à froid demeure plus économique que le procédé de forgeage à chaud bien
15 qu'il présente des pertes de matière. Le choix de sept paires de pôles était avant tout dicté par des impératifs économiques de procédé et non par un souci d'optimisation de l'alternateur en cours de fonctionnement.

Le choix du nombre de paires de pôles dans les
20 stators bobinés avec des fils ronds est dicté principalement soit par considérations de procédé, soit en fonction du diamètre de la machine pour garantir des fuites de flux magnétiques interdents, avec ou sans aimants interdents, raisonnables. Dès lors que le nombre
25 de paires de pôles est fixé, des dispositifs techniques sont alors mis en place dans l'alternateur pour réduire par exemple les pertes de fer qui peuvent se produire par exemple au niveau du stator ou du rotor.

De même, pour des alternateurs présentant un
30 diamètre relativement important, il est nécessaire de tenir compte des problèmes de centrifugation au niveau des dents du rotor qui peuvent s'écarter et venir frapper le stator. Ainsi une roue pliée ou forgée aura un comportement différent à la centrifugation et, pour un
35 diamètre donné, le nombre de pôles qui assure la meilleure tenue mécanique peut être différent selon l'un ou l'autre procédé.

Les alternateurs bobinés avec des épingles présentent une géométrie différente de ceux bobinés avec des fils ronds. Par exemple la partie active du stator en regard du rotor présente une partie magnétique active de surface différente car dans le cas d'un bobinage réalisé avec des épingles, lesdites épingles sont insérées par les ouvertures axiales des encoches du stator et non par les ouvertures radiales des encoches comme c'est le cas pour les stators bobinés avec des fils ronds classiques.

De ce qui précède, il apparaît clairement qu'un alternateur bobiné avec des fils ronds présente un comportement magnétique différent lorsqu'il est bobiné avec des épingles car la géométrie de la machine est différente.

Il est donc nécessaire de bien choisir le nombre de paires de pôles rotoriques qui permet d'obtenir la puissance massique optimum étant donné que dans le cadre d'un alternateur bobiné avec des épingles pour un nombre d'épingles par encoche fixé et pour un diamètre extérieur du corps du stator fixé, ce nombre de paires de pôles étant un des paramètres les plus importants pouvant influencer sur ladite puissance massique.

Dans un premier mode de réalisation préféré, l'alternateur comprend un rotor 4 à sept paires de pôles et un stator 12 hexaphasé à deux séries de trois phases P décalées de 30° électriques.

Le corps 18 du stator 12 comprend des encoches contenant chacune quatre éléments conducteurs 20 en épingles de section sensiblement rectangulaire, tels que ceux décrits plus haut, disposés conformément aux figures 3 à 8.

Les entrées E1 à E3 et E4 à E6 des deux séries de trois phases sont reliées respectivement à un point neutre.

Les principales dimensions du stator sont indiquées ci-dessous, principalement en référence à la figure 4. Le diamètre extérieur Rext du corps 18 du stator est de 135 mm. Il peut varier de 132 mm à 138 mm sans que les

performances de l'alternateur soient fortement affectées. Le diamètre intérieur Rint de ce corps 18 est de 108 mm. Le stator comprend 84 encoches L identiques disposées sur la face radiale interne du corps 18 suivant un pas régulier de $4,286^\circ$. La largeur L1 des encoches est de 2,05 mm et leur profondeur p1 de 10,3 mm. L'épaisseur radiale e de la partie pleine fermant partiellement l'ouverture de l'encoche est de 0,4 mm. La largeur L2 des branches des éléments conducteurs passant dans l'encoche est de 1,55 mm et leur épaisseur p2 de 2,4 mm. Le rayon de courbure des angles de la section de ces branches est de 0,5 mm. Ces branches sont entourées par une couche de matériau isolant d'épaisseur 160 μm . La culasse du stator est la partie comprise entre la partie périphérique externe du stator et le fond des encoches. Pour avoir la puissance massique optimum, le ratio de l'épaisseur de la culasse par rapport à la largeur L1 des encoches doit avoir une valeur comprise entre 0,51 et 0,57.

La courbe de la figure 22 compare l'intensité électrique I exprimée en Ampères fournie par 3 alternateurs tous conformes aux figures 3 à 8 et de corps 18 de diamètre extérieur 135 mm, comprenant respectivement 6 paires de pôles PP, 7 paires de pôles PP et 8 paires de pôles PP, pour deux vitesses de rotation, 1800 tours/mn (courbe C1) et 6000 tours/mn (courbe C2).

1800 et 6000 tours/mn représentent respectivement la vitesse de ralenti du moteur à combustion interne du véhicule automobile et une vitesse moyenne.

La taille des éléments conducteurs est la même pour les trois alternateurs, et correspond aux dimensions données ci-dessus.

La puissance massique varie en fonction du nombre de pôles de la même façon que l'intensité, car la masse d'un alternateur varie peu quand on passe de 6 à 8 paires de pôles.

On voit clairement que l'intensité maximum, donc la puissance massique maximum, est produite par l'alternateur à 7 paires de pôles, qui représente donc

l'optimum d'efficacité pour le diamètre extérieur de 135 mm.

Les autres caractéristiques dimensionnelles de l'alternateur dans le mode de réalisation préféré décrit ci-dessus découlent directement du savoir-faire de l'homme du métier, une fois le nombre de paires de pôles et le diamètre extérieur du corps 18 fixés.

Cet optimum à 7 paires de pôles s'explique avant tout par ce que le stator 12 présente dans cette configuration une répartition fer/cuivre, c'est à dire chemin magnétique/chemin électrique, optimum.

7 paires de pôles permettent d'avoir un corps de stator présentant des dents 80 séparant deux encoches L contiguës idéalement proportionnées en nombre et en largeur, pour un courant nominal ciblé à 180 A, en adéquation avec le flux que peut débiter le rotor 4.

En revanches, 8 paires de pôles conduisent à des dents 80 trop étroites et saturées d'un point de vue magnétique. Cette configuration serait adaptée à un rotor plus petit et délivrant un flux magnétique plus faible.

6 paires de pôles conduisent à des dents 80 trop peu nombreuses pour produire une intensité suffisante, et peu saturées d'un point de vue magnétique. Elles seraient capables de passer un flux magnétique plus fort que ce que le rotor 4 peut délivrer et sont donc adaptées à un rotor plus grand.

Dans un second mode de réalisation préféré, l'alternateur comprend un rotor 4 à six paires de pôles et un stator 12 hexaphasé à deux séries de trois phases P décalées de 30° électriques.

Le corps 18 du stator 12 comprend 72 encoches contenant chacune quatre éléments conducteurs en épingles de section sensiblement rectangulaire, tels que ceux décrits plus haut, disposés conformément aux figures 3 à 8.

Le diamètre extérieur R_{ext} du corps 18 du stator est de 140 mm. Il peut varier de 137 mm à 143 mm sans que

les performances de l'alternateur ne soient fortement affectées.

Comme précédemment, la courbe de la figure 23 compare l'intensité électrique I exprimée en Ampères
5 fournie par 3 alternateurs tous conformes aux figures 3 à 8 et de corps 18 de diamètre extérieur 140 mm, comprenant respectivement 6 paires de pôles PP, 7 paires de pôles PP et 8 paires de pôles PP, pour deux vitesses de rotation, 1800 tours/mn (courbe C1) et 6000 tours/mn (courbe C2).

10 On voit clairement que l'intensité maximum, donc la puissance massique maximum, est produite par l'alternateur à 6 paires de pôles, qui représente donc l'optimum d'efficacité pour le diamètre extérieur de 140 mm.

15 Les autres caractéristiques dimensionnelles de l'alternateur dans le mode de réalisation préféré décrit ci-dessus découlent directement du savoir-faire de l'homme du métier, une fois le nombre de paires de pôles et le diamètre extérieur du corps 18 fixés. Elles ne sont
20 pas indiquées ici.

Les deux modes de réalisation préférés ont été décrits dans le cas où les encoches du stator, contiennent 4 conducteurs. Ils peuvent être facilement adaptés aux cas où les encoches contiennent 6 ou 8
25 conducteurs.

Le premier mode de réalisation préféré de l'invention décrit ci-dessus met en jeu un rotor 4 asymétrique à 7 paires de pôles. Les fils d'entrées 50 et de sortie 51 du bobinage 5 de ce rotor sont reliés au
30 collecteur 3. De façon à pouvoir utiliser un collecteur classique, symétrique, déjà utilisé pour des alternateurs avec un nombre pair de paires de pôles, une disposition avantageuse est prévue pour l'invention, qui va maintenant être décrite en référence aux figures 20 et
35 21.

Comme expliqué plus haut, le rotor comprend deux roues polaires avant et arrière 6 et 7 portant chacune à leur périphérie des dents, référencées 71 à 77 en suivant

la périphérie de la roue polaire arrière dans le sens de rotation normal du rotor 4 symbolisé par une flèche sur la figure 20. Chaque roue polaire comprend 7 dents puisque l'alternateur dans le premier mode de réalisation
5 préféré comprend 7 paires de pôles.

Les dents 71 à 77 de la roue polaire arrière sont séparées les unes des autres par des gorges 71' à 77'.

Le rotor 4 comprend également 2 crochets 78 et 78' portés par la face arrière de la roue polaire arrière 7.
10 Ces crochets 78 et 78' sont situés à proximité de l'arbre 2 et sont diamétralement opposés par rapport à l'axe de l'arbre 2. Ils sont électriquement reliés au collecteur 3.

Le fil d'entrée 50 relie le crochet 78 à la bobine
15 5. Il s'étend radialement à partir du crochet 78 jusqu'à la première gorge 71'.

Dans l'art antérieur, le fil de sortie 51 relie le crochet 78' à la bobine 5 en passant par un trou ménagé à la base de la dent 74, c'est à dire dans une direction
20 exactement diamétralement opposée à la première gorge 71'. Les deux fils d'entrée et de sortie 50 et 51 sont symétriques par rapport à l'axe de rotation de la machine et ce dispositif s'adapte donc à un collecteur 3 classique.

25 Cette solution présente les inconvénients suivants. La section de passage du flux magnétique est diminuée par la présence du trou, et ce dans la partie la plus saturée du rotor, ce qui provoque une dégradation des performances de la machine.

30 Le montage de la bobine 5 est malaisé car il faut faire passer le fil de sortie 51 en aveugle dans le trou, ce qui risque d'entraîner de nombreux défauts de fabrication.

Enfin, le trou est situé à proximité de la masse,
35 ce qui entraîne des risques de court-circuit.

Selon l'invention, le fil de sortie 51 s'étend radialement à partir du crochet 78' jusqu'à une deuxième gorge, cette deuxième gorge étant la gorge 74' ou la

gorge 75', ces deux gorges étant diamétralement opposées à la gorge 71'.

De préférence, le fil de sortie 51 passe par la gorge 75', car cette disposition est plus favorable pour
5 l'accrochage au crochet 78'.

Cette disposition évite d'avoir à percer un trou dans le rotor et permet néanmoins de connecter les fils d'entrée et de sortie 50 et 51 à un collecteur 3 symétrique.

10 Des cabestans 79 sont situés dans les gorges 71' et 74'/75'. Ces cabestans 79 comprennent chacun une tige radiale solidaire du rotor par une extrémité, et un pavé monté à l'extrémité libre opposé.

Les fils d'entrée et de sortie 50 et 51 font chacun
15 un tour des cabestans 79 respectivement situés dans les première et deuxième gorges 71' et 74'/75' avant de rejoindre la bobine 5.

Il est à noter que cette disposition des fils d'entrée et de sortie 50 et 51 impose de prévoir un
20 passage pour les fils dans le ventilateur arrière 9.

Cette disposition peut bien évidemment être utilisée avec n'importe quel rotor comprenant un nombre de paires de pôles impairs.

Avantageusement le ventilateur arrière 9 comporte
25 des dégagements 93 et 94 qui autorisent respectivement le passage des fils 50 et 51 entre le flasque de la roue polaire arrière et le ventilateur.

Avantageusement, dans un autre mode de réalisation, les deux points neutres sont redressés.
30 Ainsi, la machine électrique débite plus de courant dans le réseau électrique tout en délivrant un taux d'ondulation acceptable.

De même en variante l'alternateur est un alterno-
démarreur c'est à dire une machine réversible constituant
35 un alternateur lorsque la poulie est entraînée par le moteur du véhicule automobile ou un démarreur pour entraîner le moteur du véhicule via la poulie comme décrit par exemple dans le document FR-A-2 806 224. Dans

ce cas l'un des paliers 15,16 porte au moins un capteur par exemple du type magnétique pour détecter le passage d'une cible magnétique portée par le rotor.

Le pont de redressements est alors un pont de
5 redressement et de commande, qui dans un mode de réalisation est implanté à l'extérieur de l'alternateur réversible. Les sorties des phases sont alors reliées à un connecteur porté par l'alternateur et relié au dispositif de redressement et de commande par un câble.
10 Pour plus de précision on se reportera à ce document.

La machine électrique selon l'invention à partie de liaison est une machine de forte puissance, de faible encombrement, peu bruyante et bien refroidie.

REVENDICATIONS

1. Alternateur pour véhicule automobile comprenant
5 un stator (12), un rotor (4) à griffes à N paires de pôles disposé à l'intérieur du stator (12) et portant une bobine d'excitation (5) dotée d'un fil d'entrée (50) et d'un fil de sortie (51), le stator (12) comprenant un corps cylindrique (18), plusieurs phases (P) formées
10 chacune par une pluralité d'éléments électriquement conducteurs (20) montés en série le long de la périphérie du stator entre une entrée (E) et une sortie (S), le corps cylindrique (18) comprenant dans sa face radialement interne des encoches radiales (L) de
15 réception d'au moins quatre éléments conducteurs de phase (20) qui sont juxtaposés dans l'encoche (L) dans la direction radiale pour former au moins quatre couches d'éléments conducteurs, chaque élément conducteur (20) présentant la forme d'une épingle s'étendant entre deux
20 encoches (L) et comportant une première branche (20a) qui est placée dans une encoche (L) dans une couche prédéterminée et une seconde branche (20b) disposée dans une autre encoche (L) dans une couche prédéterminée et, entre les deux branches (20a) et (20b), sur un côté axial
25 (18a) du corps (18) du stator, une tête (20c) formant un U vu dans la direction périphérique, tandis que sur l'autre côté axial (18b) du corps (18) une extrémité libre (20d) d'une branche d'un élément conducteur (20) est électriquement connectée à une extrémité libre (20d)
30 d'une branche d'un autre élément conducteur (20), la moitié des éléments conducteurs (20) engagés par leurs premières branches (20a) dans une encoche (L) étant engagés par leurs deuxièmes branches (20b) respectives dans une même autre encoche (L') en formant chacun entre
35 les deux encoches (L) et (L') les dits U, caractérisé en ce qu'au moins des premier et second éléments conducteurs (20) de la dite moitié sont tels que l'écart radial des

couches auxquelles appartiennent les deux branches (20a) et (20b) du dit premier élément conducteur (20) est le même que l'écart radial des couches auxquelles appartiennent les deux branches (20a) et (20b) du dit
5 second élément conducteur (20) et que les rayons de courbure des U des deux éléments conducteurs (20) sont sensiblement identiques.

2. Alternateur selon la revendication 1, avec huit éléments conducteurs (20) par encoche (L), quatre de ces
10 éléments conducteurs (20) s'étendant entre deux mêmes encoches, caractérisé en ce que lesdits quatre éléments conducteurs sont groupés par paires de conducteurs adjacents, l'écart radial précité étant le même pour les
15 deux éléments conducteurs d'une même paire, et en ce que les rayons de courbure des U des deux éléments conducteurs d'une même paire sont sensiblement identiques.

3. Alternateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'écart radial précité des éléments
20 conducteurs d'une des deux paires est différent de l'écart radial précité des éléments conducteurs de l'autre paire et les rayons de courbure des U des éléments conducteurs des deux paires sont différents.

4. Alternateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'écart radial précité des éléments
25 conducteurs d'une des deux paires est le même que l'écart radial précité des éléments conducteurs de l'autre paire et les rayons de courbure des U des deux paires sont sensiblement identiques.

30 5. Alternateur selon la revendication 1, avec six éléments conducteurs (20) par encoche (L) dont trois s'étendent entre deux mêmes encoches, caractérisé en ce que deux des dits éléments conducteurs sont adjacents et présentent le même écart radial précité, les rayons de
35 courbure des deux U des deux éléments conducteurs étant sensiblement identiques.

6. Alternateur selon la revendication 1, avec quatre éléments conducteurs (20) par encoche (L) dont

deux s'étendent entre deux mêmes encoches, les quatre couches d'éléments conducteurs (20) étant référencées C1, C2, C3 et C4 par ordre d'éloignement croissant de la face radiale interne du corps (18), caractérisé en ce que ces
5 deux éléments conducteurs sont adjacents et présentent le même écart radial précité, les rayons de courbure des deux U des deux éléments conducteurs étant sensiblement identiques.

7. Alternateur selon la revendication 6, caractérisé en ce que les entrées (E) des phases (P) sont
10 reliées à des branches (20a, 20b) d'éléments conducteurs (20) en couche C1, les sorties (S) correspondantes étant reliées à des branches (20a, 20b) d'éléments conducteurs (20) en couche C4.

15 8. Alternateur suivant la revendication 6, caractérisé en ce que les entrées (E) des phases (P) sont reliées à des branches (20a, 20b) d'éléments conducteurs (20) en couche C4, les sorties correspondantes (S) étant reliées à des branches (20a, 20b) d'éléments conducteurs
20 (20) en couche C1.

9. Alternateur suivant la revendication 6, caractérisé en ce que les entrées (E) des phases (P) sont reliées à des branches (20a, 20b) d'éléments conducteurs en couche C2, les sorties correspondantes (S) étant
25 reliées à des branches (20a, 20b) d'éléments conducteurs (20) en couche C3.

10. Alternateur suivant la revendication 6, caractérisé en ce que les entrées (E) des phases (P) sont reliées à des branches (20a, 20b) d'éléments conducteurs
30 (20) en couche C3, les sorties correspondantes (S) étant reliées à des branches (20a, 20b) d'éléments conducteurs (20) en couche C2.

11. Alternateur selon la revendication 6, caractérisé en ce que pour chaque encoche (L), au moins
35 une partie de l'extrémité libre (20d) des branches (20a, 20b) situées en couches C1 et C4 est inclinée suivant une première direction, au moins une partie de l'extrémité libre (20d) des branches (20a, 20b) situées en couches C2

et C3 étant inclinée suivant une seconde direction symétrique de la première par rapport au plan radial dans lequel se trouve l'encoche (L).

12. Alternateur selon la revendication 6, caractérisé en ce que pour chaque encoche (L), au moins une partie de l'extrémité libre (20d) des branches (20a, 20b) situées en couches C1 et C3 est inclinée suivant une première direction, au moins une partie de l'extrémité libre (20d) des branches (20a, 20b) situées en couches C2 et C4 étant inclinée suivant une seconde direction symétrique de la première par rapport au plan radial dans lequel se trouve l'encoche (L).

13. Alternateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que au moins une partie des entrées (E) des phase (P) sont électriquement reliées pour former un point neutre.

14. Alternateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rotor (4) comprend 6, 7, 8 ou 9 paires de pôles.

15. Alternateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le stator comprend trois phases (P).

16. Alternateur selon la revendication 15, caractérisé en ce que le stator comprend deux fois trois phases (P) décalées électriquement de 30°.

17. Alternateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rotor (4) comprend 7 paires de pôles, le diamètre extérieur du corps cylindrique (18) du stator (12) étant compris entre 132 mm et 138 mm.

18. Alternateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rotor (4) comprend 6 paires de pôles, le diamètre extérieur du corps cylindrique (18) du stator (12) étant compris entre 137 mm et 142 mm.

19. Alternateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les sorties (S) des phases (P) du stator (12) sont reliées à un dispositif de redressement de courant (11) à au moins 12 diodes.

20. Alternateur selon la revendication 17, caractérisé en ce que le rotor (4) comprend deux roues polaires avant et arrière (6, 7) solidaires d'un arbre (2), portant chacune à leur périphérie sept dents axiales orientées vers l'autre roue polaire, les dents axiales d'une même roue formant entre elles des gorges, le fil d'entrée (50) de la bobine (5) du rotor (4) s'étendant radialement sensiblement entre l'arbre (2) et une première desdites gorges (71') de la roue polaire arrière (7), le fil de sortie (51) s'étendant radialement sensiblement entre l'arbre (2) et une deuxième gorge, cette deuxième gorge étant une des deux dites gorges (74', 75') diamétralement opposées à la première gorge (71').

21. Alternateur suivant la revendication 20, caractérisé en ce que le fil de sortie (51) s'étend radialement sensiblement entre l'arbre (2) et la gorge (74') diamétralement opposée à la première gorge (71') et angulairement décalée dans le sens de rotation normal du rotor.

22. Alternateur suivant la revendication 20, caractérisé en ce que le fil de sortie (51) s'étend radialement sensiblement entre l'arbre (2) et la gorge (75'), diamétralement opposée à la première gorge (71') et angulairement décalée dans le sens inverse de la rotation normale du rotor.

23. Alternateur selon la revendication 20, caractérisé en ce qu'un cabestan (79) est disposé dans chacune des première et deuxième gorges (71', 74'/75') les fils d'entrée et de sortie (50, 51) faisant respectivement au moins un tour du cabestan (79) situé dans les première et deuxième gorges (71', 74'/75')

24. Alternateur suivant la revendication 23, caractérisé en ce que les cabestans (79) comprennent chacun une tige radiale fixée sur le rotor (4) et un pavé fixé à une extrémité libre de la tige radiale.

25. Alternateur selon la revendication 13, caractérisé en ce que les deux points neutres (E1,E2,E3; E4,E5,E6) sont redressés.

26. Alternateur selon la revendication 1,
5 caractérisé en ce que le ratio de l'épaisseur de la culasse par rapport à la largeur L1 des encoches doit avoir une valeur comprise entre 0,51 et 0,57.

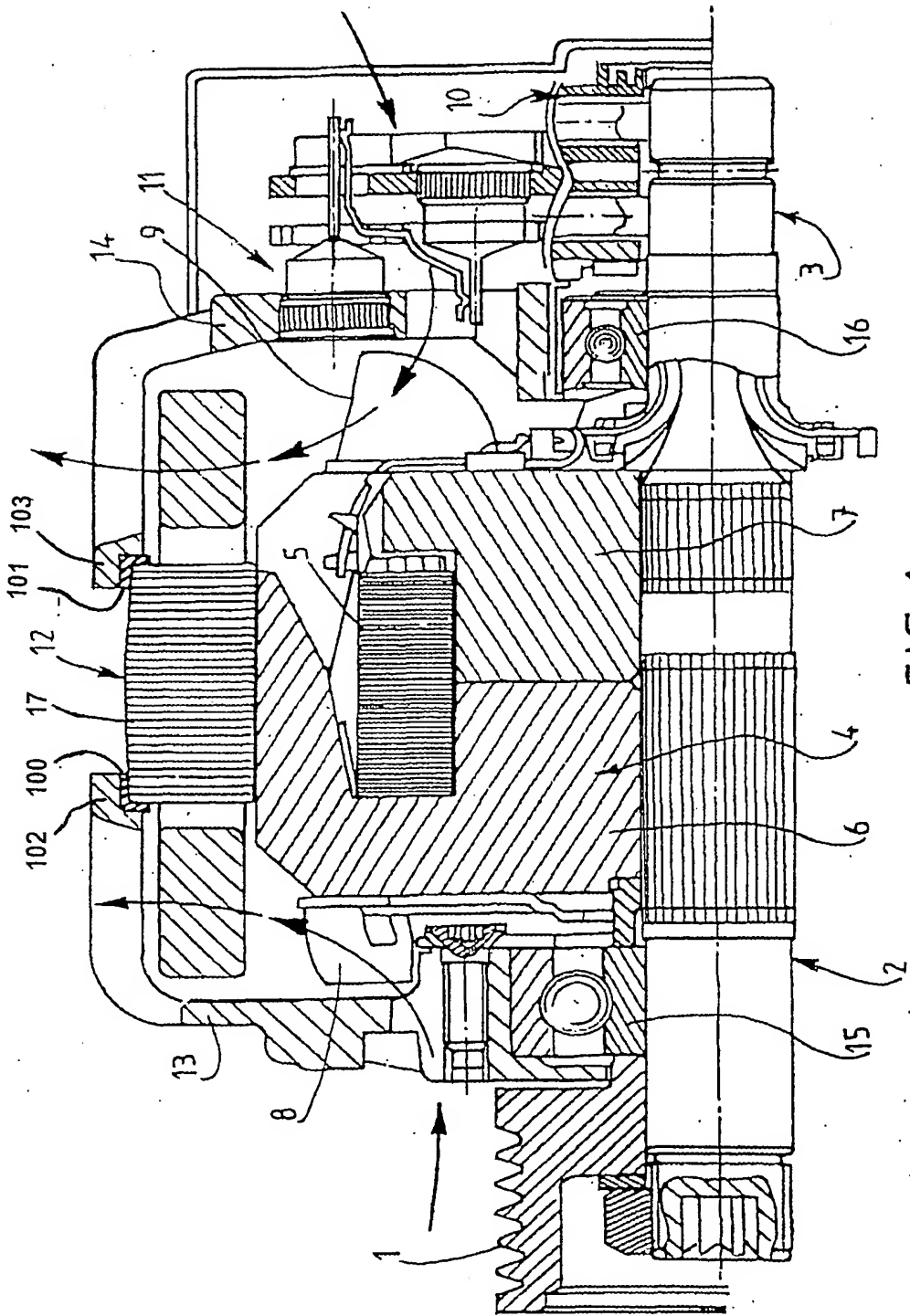
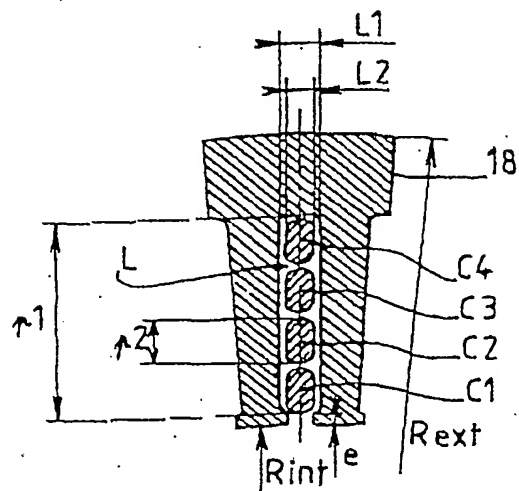
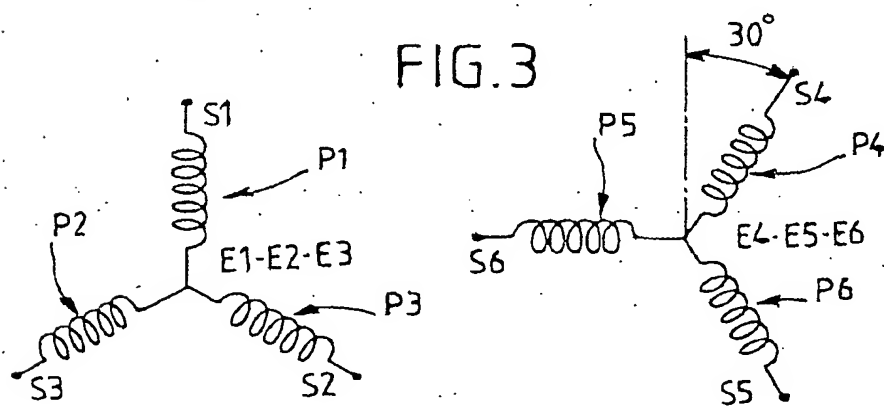
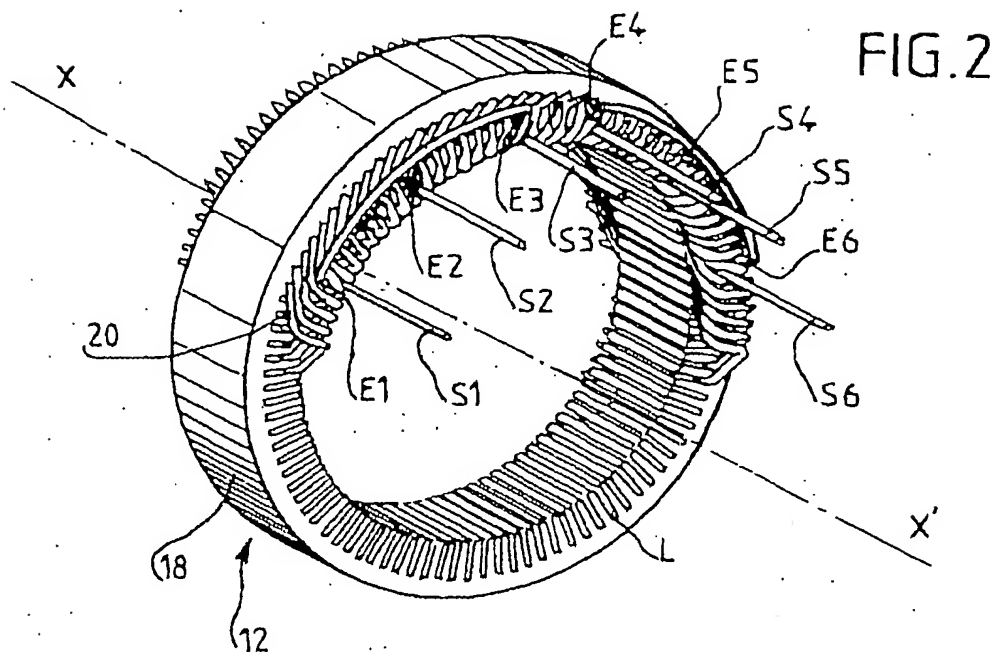
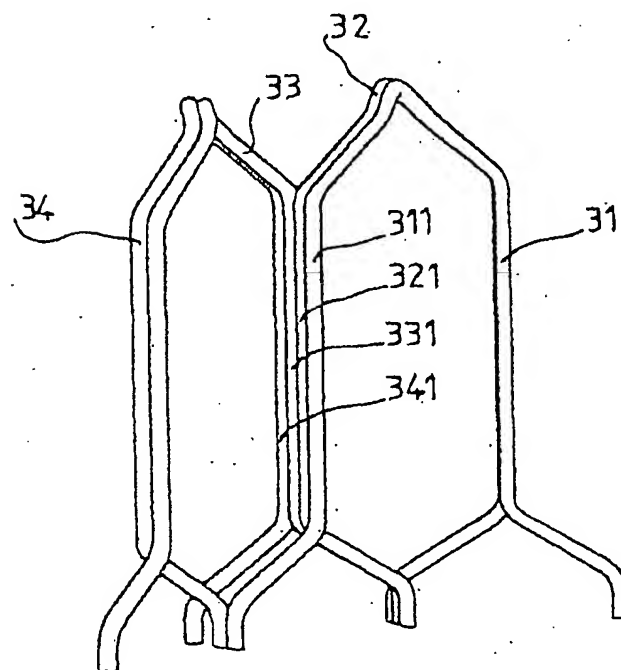
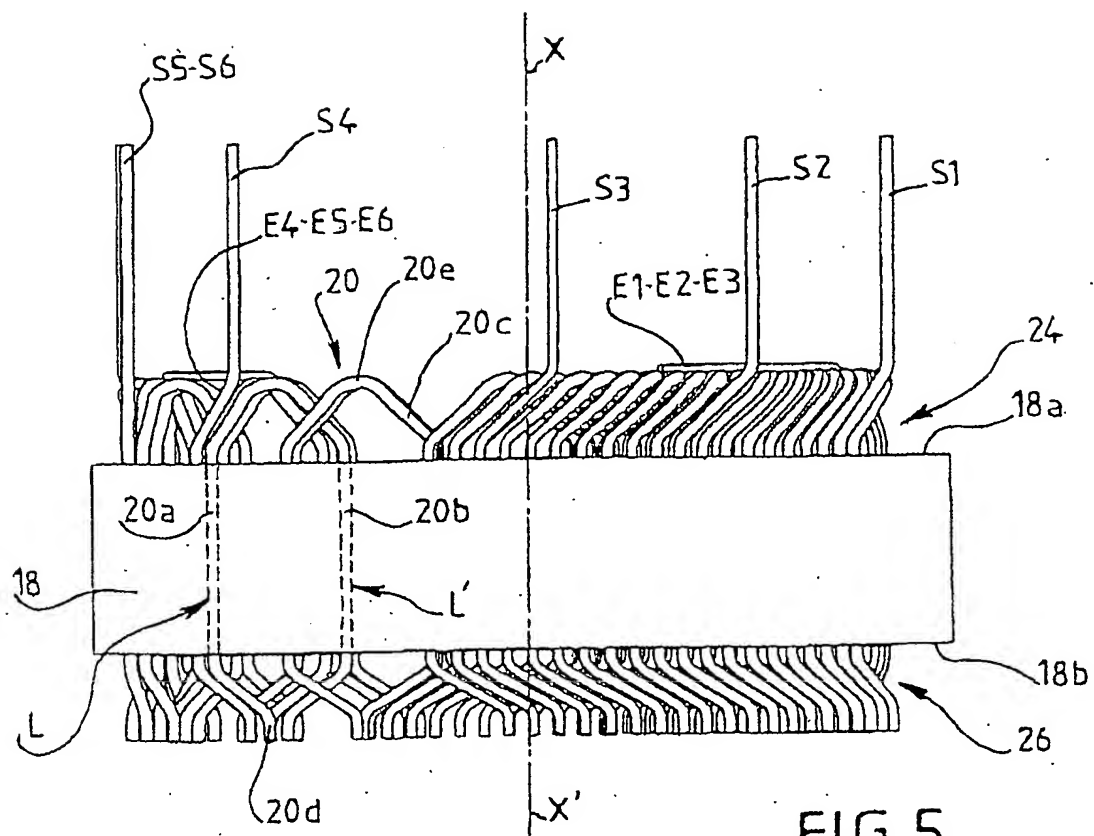


FIG.1

2 / 9



3 / 9



4 / 9

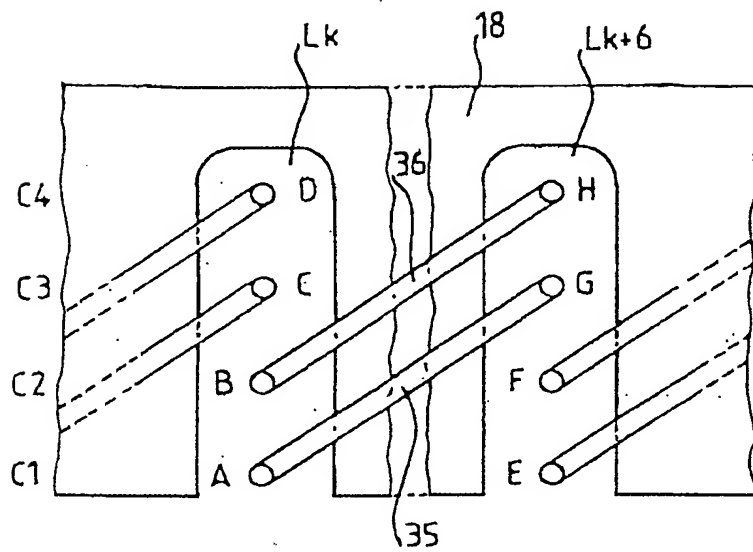


FIG. 7

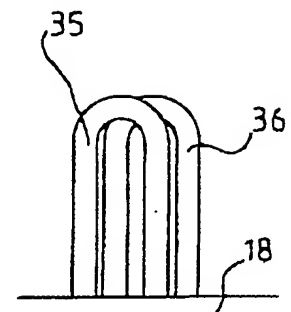


FIG. 8

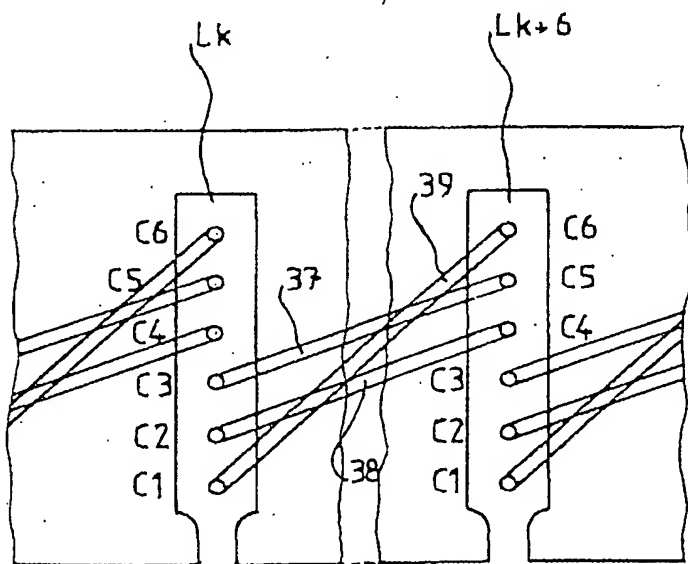


FIG. 9

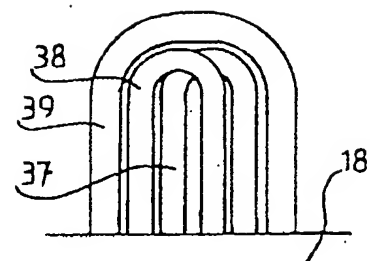


FIG. 10

5 / 9

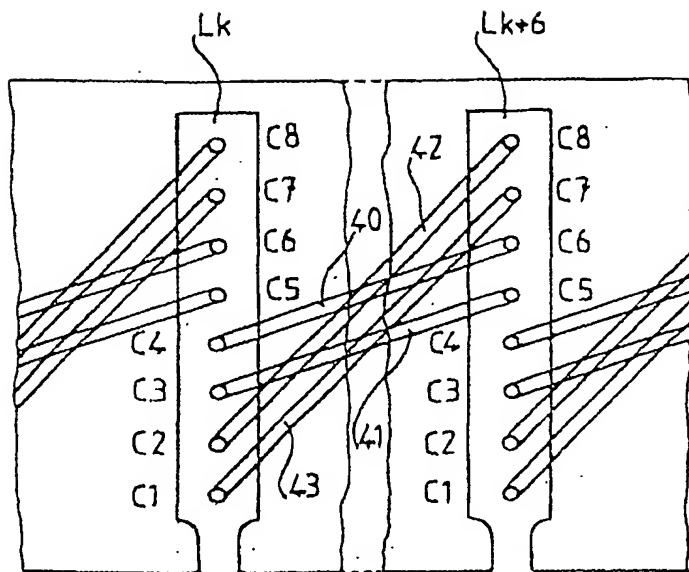


FIG. 11

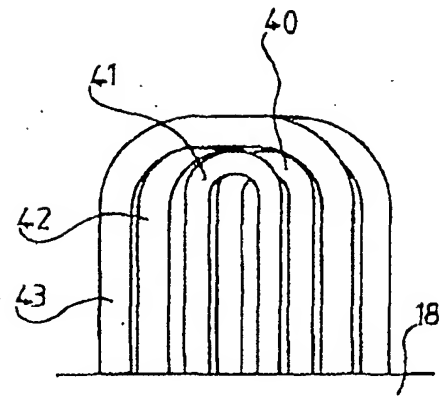


FIG. 12

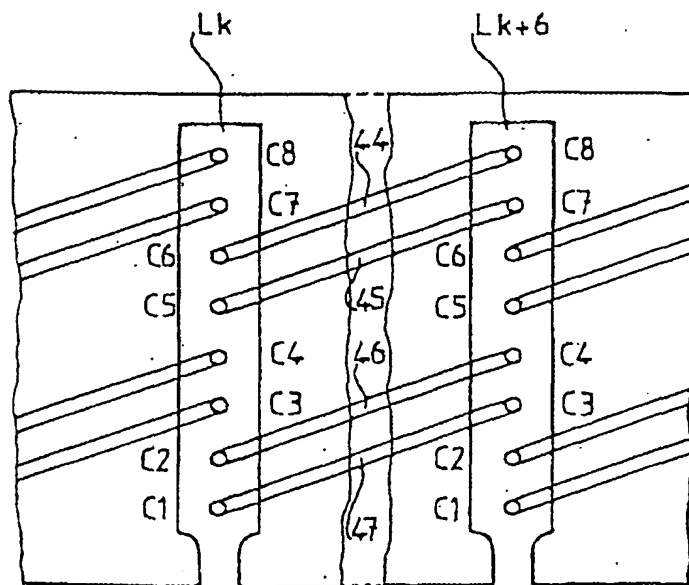


FIG. 13

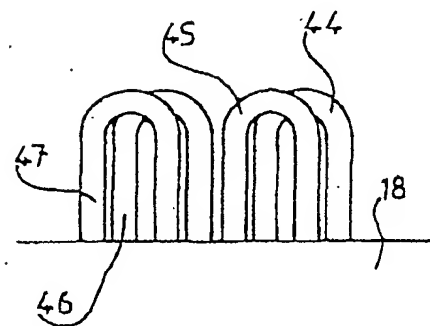


FIG. 14

6 / 9

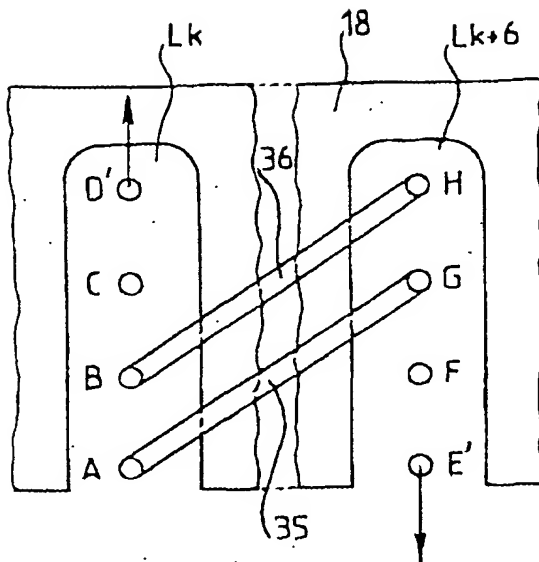


FIG. 15

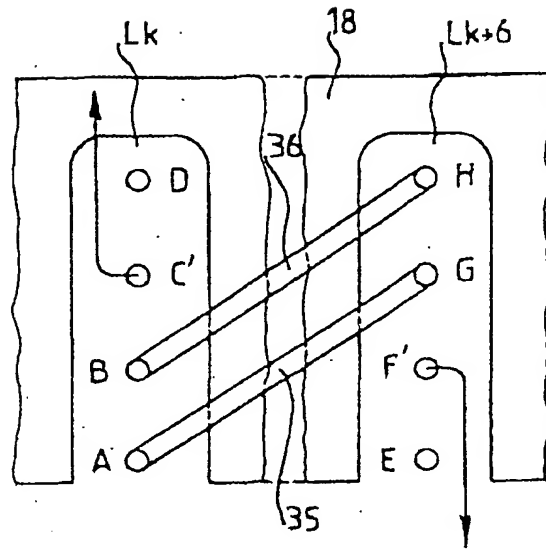


FIG. 16

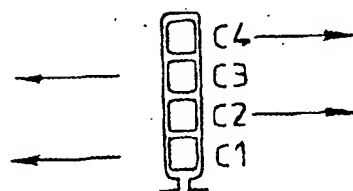


FIG. 17

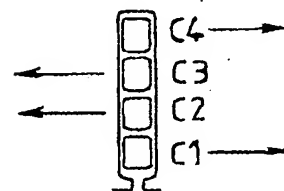


FIG. 18

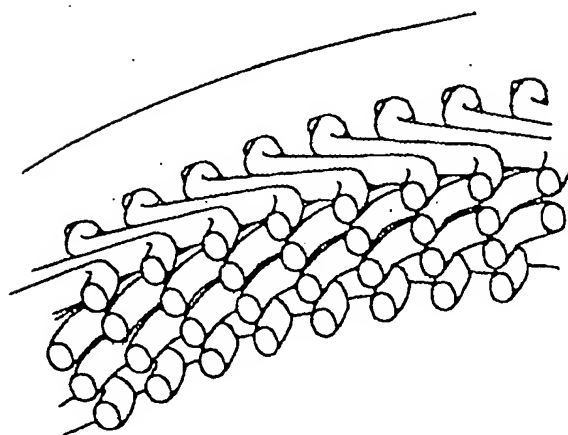


FIG. 19

7/9

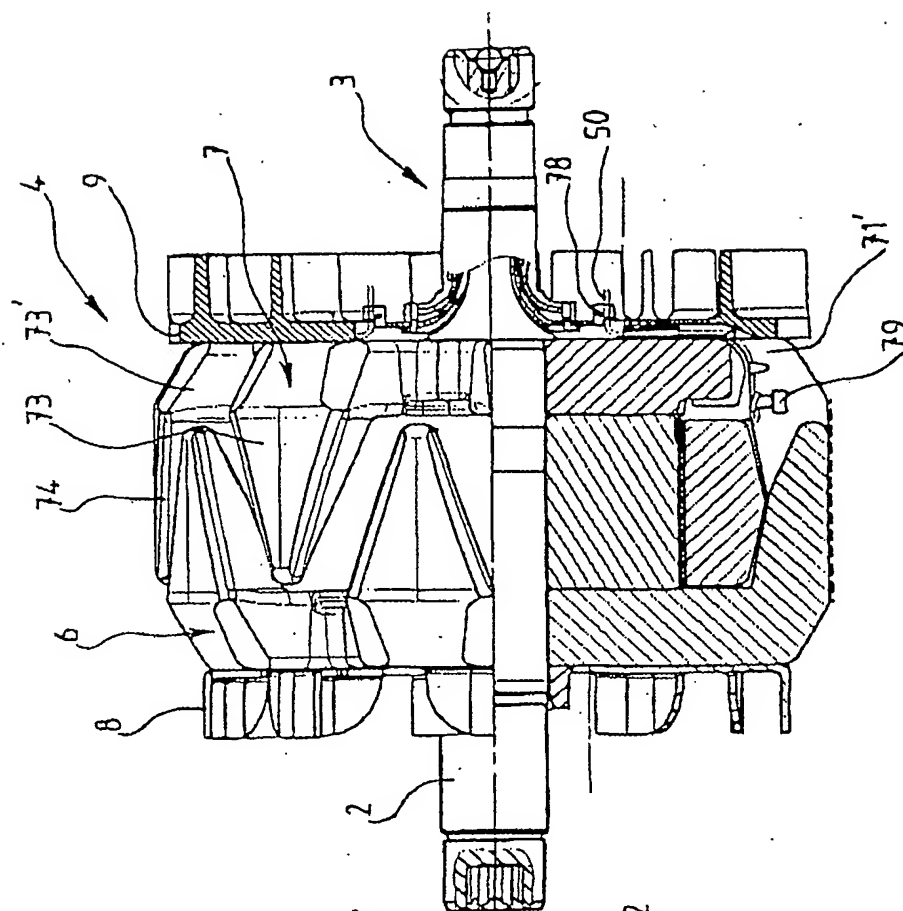


FIG. 21

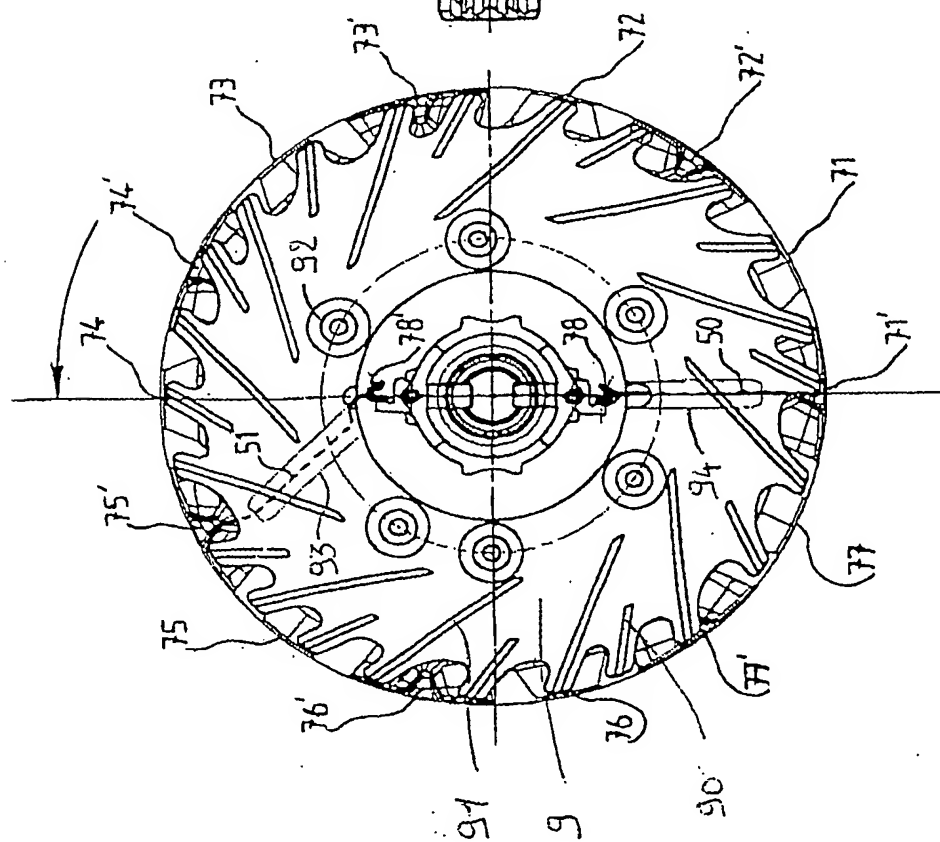
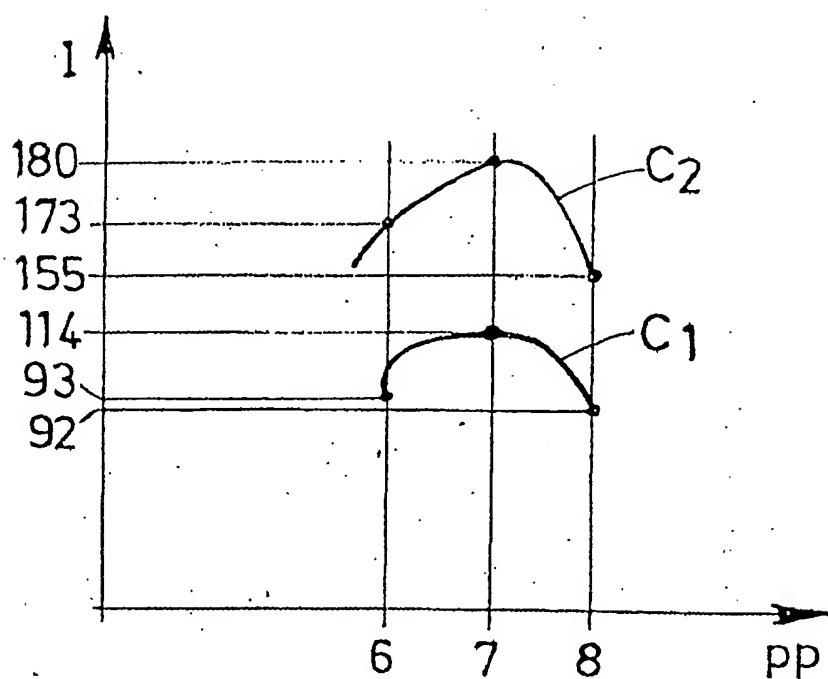
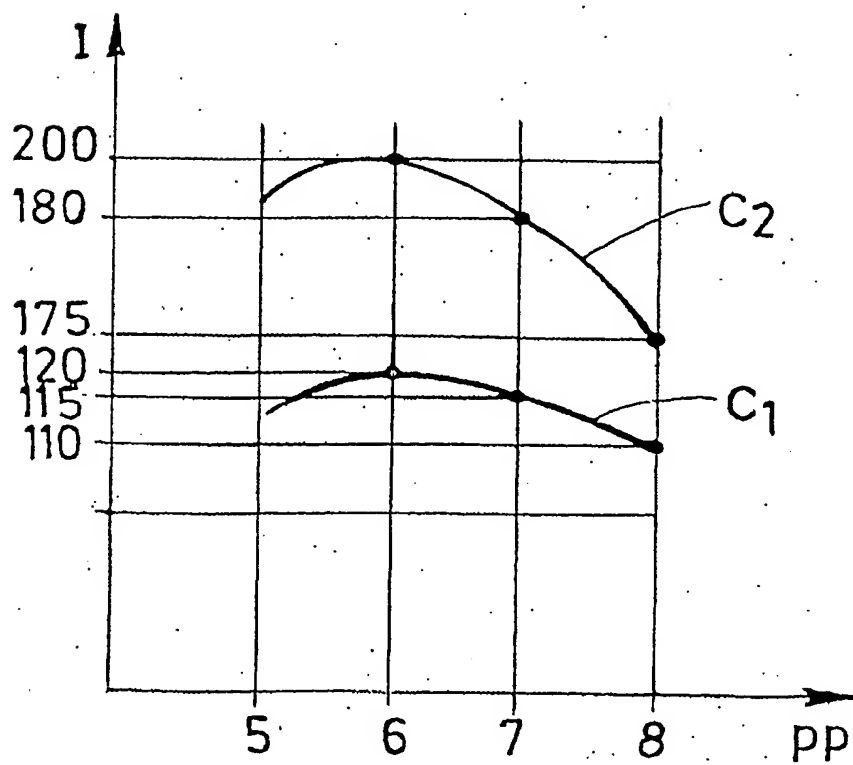
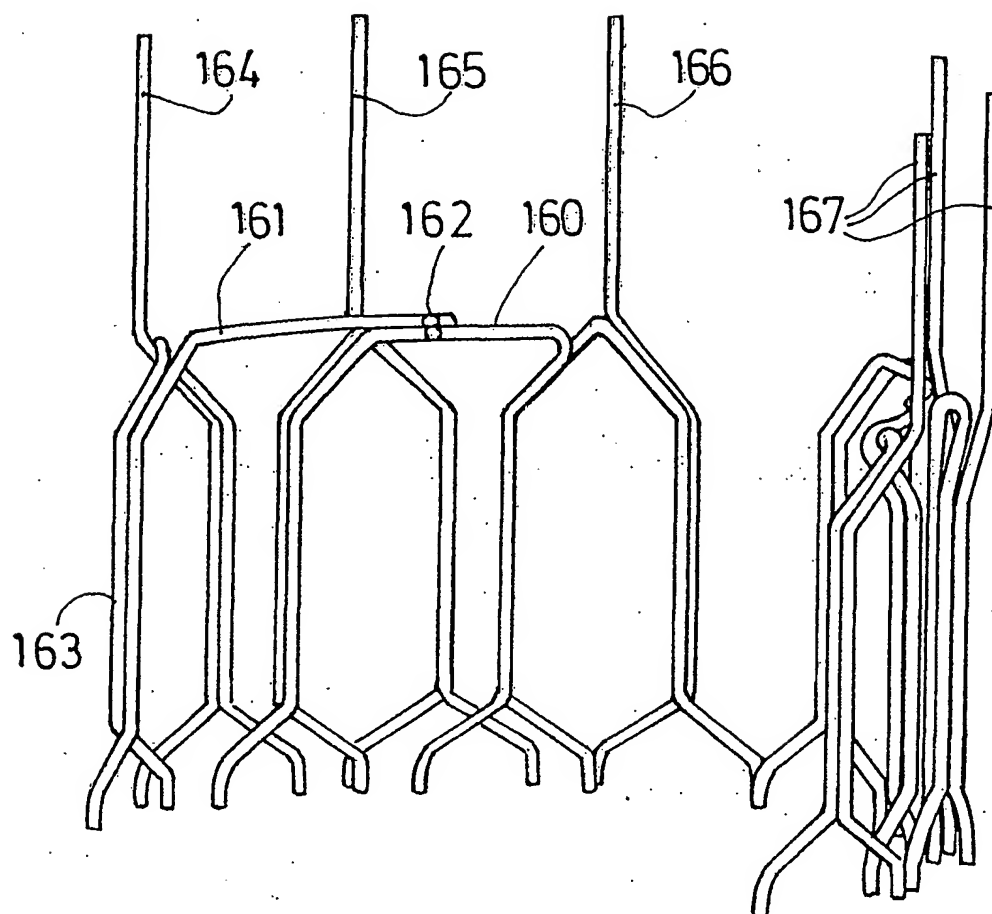


FIG. 20

8 / 9

FIG.22FIG.23

9 / 9

FIG. 24